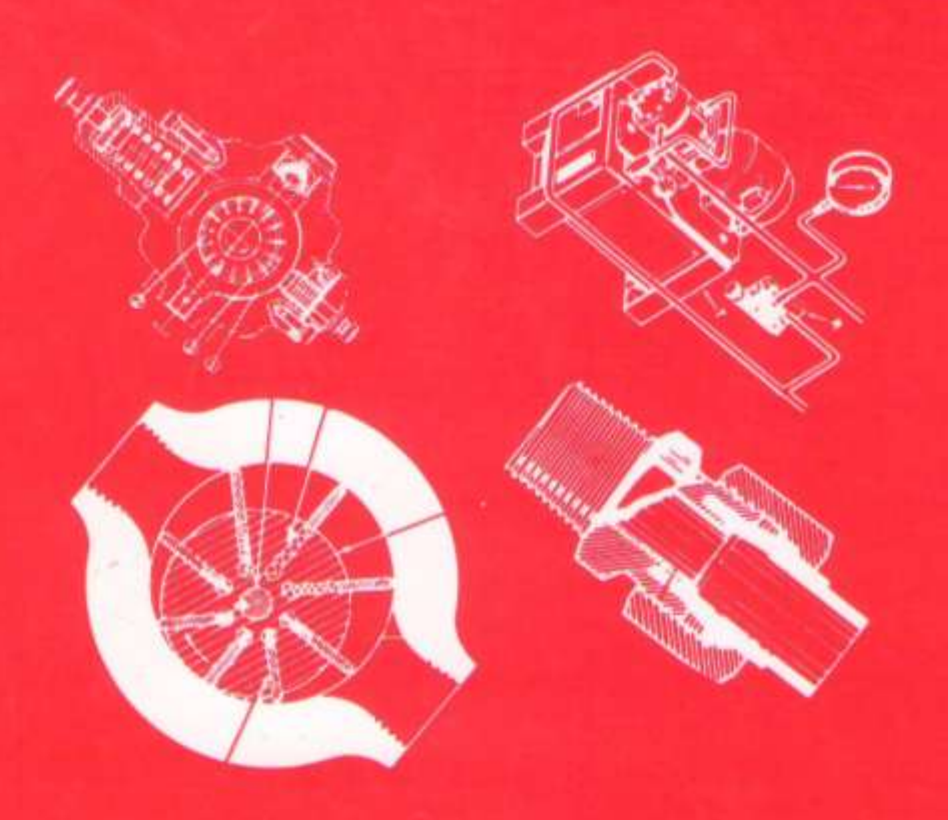
سلسلة التحكم العملية ـ ٥

التحكم الهيدروليكي وتطبيقاته



المهندس أحمد عبد المتعال



التحكم الهيدروليكي وتطبيقاته

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحاً تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴾

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر للدكتور / فيصل فهمى جمعة عريض الأستاذ المساعد بقسم هندسة القوى الميكانيكية بكلية الهندسة جامعة المنصورة على مراجعته لمحتويات الكتاب .

كما أتقدم بخالص الشكر للمهندس / حسين سعد محمد الشيوى المهندس بالصيانة الميكانيكية بمجمع الألومنيوم بنجع حمادى على ما قدمه من تعاون صادق وبناءً ، وكذلك أتقدم بخالص الشكر لكل من ساهم معنا فى إعداد هذا الكتاب راجين المولى العلىّ القدير أن يثيب الجميع على حسن تعاونهم ، وجزاهم الله خير الجزاء .

سلسلة التحكم العملية (٥)

التحكم الهيدروليكي وتطبيقاته

إعداد / المهندس : أحمد عبد المتعال

الطبعة الأولى

١٤١٨ هـ / ١٩٩٧ م

دار النشر للجامعات - مصر

١٦ شارع عدلى - الدور الثالث - القاهرة

ص.ب ١٢٠ محمد فريد - ت : ٢٩٣١٤٣٤ - فاكس : ٣٩١٢٢٠٩

دار النشر للجامعات

مقدمة

عزيزى القارئ

إليك الكتاب الخامس من سلسلة التحكم العملية ، وهو (التحكم الهيدروليكى وتطبيقاته) . وذلك إيفاءً لوعدى لك فى بداية السلسلة بعرض أنظمة التحكم المختلفة بصورة عملية إن شاء الله .

ولقد حرصت فى هذا الكتاب أن أحافظ على نفس المسار الذى اتبعته فى الكتب السابقة ، ألا وهو التمهيد للقارئ المبتدئ ، وتدريب القارئ الفنى ، وإشباع القارئ المتخصص .

وبدأت هذا الكتاب باستعراض أساسيات التحكم الهيدروليكى ، ثم عناصر الفعل والتحكم الهيدروليكية ، ثم أتبعت ذلك بالدوائر الهيدروليكية الأساسية ، ثم تطبيقات على التحكم الهيدروليكى ، ولم يفتنى أن أتعرض لتركيب وتجهيز وتشخيص وإصلاح أعطال الأنظمة الهيدرولنيكية ثم أنهيت الكتاب بأهم الحسابات الهيدرولكية لاختيار العناصر الهيدروليكية من الكتالوجات ؛ لإنشاء الأنظمة الهيدروليكية .

وأخيراً : أرجو الله أن ينفعنى وإياكم بالعلم النافع ، وأن يوفقنى فى إثراء المكتبة العربية للحاق بركب التكنولوجيا الحديثة فى التحكم .

المؤلف

محتويات الكتاب

الموضــــــوع	رقم الصفحة

الباب الأول

أساسيات التحكم الهيدروليكى

الموضـــــوع	رقم الصفحة

الباب الثانى

عناصر الفعل والتحكم الهيدروليكية

الموضـــــوع	رقم الصفحة

الباب الثالث

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

الموضـــــــوع	رقم الصفحة

الموضـــــــوع	رقم الصفحة

الباب الرابع

تطبيقات

الموضـــــــوع	رقم الصفحة

الباب الخامس

(التركيب ـ والتجهيز ـ والإصلاح)

الموضـــــــوع	رقم الصفحة

الباب السادس

الحسابات الهيدروليكية

** ** **

الباب الأول

أساسيات التحكم الهيدروليكي

أساسيات التحكم الهيدروليكي

١/١ مقدمة :

إن كلمة هيدروليك Hydraulic مشتقة من الكلمة الإغريقية هيدرو Hydro بمعنى ماء ، وكذلك Aulis بمعنى: ماسورة أو خرطوم ، ويعنى اصطلاح الهيدروليك التحكم فى نقل الحركة والقوى داخل الآلات مستخدماً السوائل المضغوطة.

ويستخدم التحكم الهيدروليكى فى تطبيقات هندسية كثيرة :

ففى مجال الصناعة : آلات الورش والمكابس ، والمعدات الثقيلة ، وماكينات صناعة البلاستيك ، وماكينات التشكيل المستخدمة فى صناعة السيارات والطائرات، وماكينات الدرفلة بمصانع الحديد والصلب ومصانع الألومنيوم ... إلخ .

وفى مجال الإنشاءات المدنية : المعدات المتنقلة ، كالخلاطات ومضخات الخرسانة ، والقلابات وفرادات الأسفلت والحفارات والجريدرات والروافع ، وكذلك تشغيل بوابات السدود والأهوسة .... إلخ .

وفى مجال الهندسة البحرية : تعمل أجهزة التحكم الهيدروليكية على توجيه السفن ، وتشغيل الأوناش .

وهناك استخدامات كثيرة للتحكم الهيدوليكى فى قطاعات مختلفة مثل هندسة التعدين ، ومحطات توليد الكهرباء ، والمطارات وداخل الطائرات ، وذلك لما تمتاز به تلك الأنظمة من قدرات عالية ، وأحجام صغيرة ودقة فى الأداء ، والعمر الافتراضى الطويل .

ومن عيوب الأنظمة الهيدروليكية الأخطاء الناشئة عن استخدام الضغوط العالية، والمشاكل المترتبة على ارتفاع درجة حرارة الموائع المستخدمة عن الحد المسموح به وهو حوالى : 70 درجة مئوية تقريباً .

وفى الشكل ١ - ١ مخطط يمثل الهيكل العام لنظام التحكم الهيدروليكى، ويتكون من أربعة عناصر أساسية كما يلى :

الشكل ١ ـ ١

١ ـ **وحدة القدرة الهيدروليكية** : وهى تقوم برفع ضغط السائل الهيدروليكى للضغط المطلوب ، بالإضافة إلى قيامها ببعض الوظائف المساعدة ، والتى ستتضح فى الفقرة ١ - ٣ .

٢ - **عناصر التحكم الهيدروليكية** : ووظيفتها : التحكم فى الضغط والتدفق ، واتجاه السريان وأهمها : صمامات التحكم فى الضغط ، وصمامات التحكم فى التدفق ، والصمامات الاتجاهية... إلخ .

٣ ـ **عناصر الفعل الهيدروليكية** : وهذه العناصر هى المسئولة عن تحويل طاقة الضغط إلى طاقة حركة مثل : الأسطوانات والمحركات الهيدروليكية .

٤ ـ **الآلة المتحكم فيها** : مثل : آلات الورش والمكابس ، والمعدات الثقيلة والمعدات المتنقلة ، مثل الخلاطات ومضخات الخرسانة .... إلخ .

١ / ٢ـ مصطلحات فنية Technical Expressions :

١ / ٢ / ١ ـ الضغط Pressure :

يعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحة العمودية عليها ، ويمكن حسابه من العلاقة :

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$$

وهناك ثلاثة تعبيرات للضغط كما يلى :

أ ـ الضغط الجوى Atmospheric pressure :

وهو ضغط الهواء على سطح البحر ويساوى بالنظام العالمى (1. 0332kg/cm2) أى (1.013 bar) وبالنظام الإنجليزى (lb / in2) أى 147psi

ب ـ الضغط المقاس Gauge Pressure : وهو ضغط أى مانع (سائل ـ غاز) منسوباً للضغط الجوى ؛ وهذا الضغط يمكن قياسة باستخدام أجهزة قياس الضغط المختلفة كالمانومترات .

ج ـ الضغط المطلق Absolute pressure :

وهو ضغط أى مانع (سائل ـ غاز) منسوباً لضغط الحيز المفرغ من المائع ، ويمكن الحصول على قيمة الضغط المطلق من العلاقة التالية :

الضغط المطلق = الضغط المقاس + الضغط الجوى .

علماً بأن ضغط الحيز المفرغ من المائع يساوى Obar أو Opsi والشكل (١ ـ٢) يبين العلاقة بين الضغوط الثلاثة السابقة .

وعادة يستخدم الضغط المقاس أ فى التعبير عن الضغوط المستخدمة فى الدوائر الهيدروليكية ، علماً بأن الضغط فى الدائرة الهيدروليكية يساوى مجموع الضغط فى الدائرة الهيدروستاتيكى والضغط الديناميكى حيث إن :

ـ الضغط الهيدروستاتيكى Hy- drostatic Pressure :

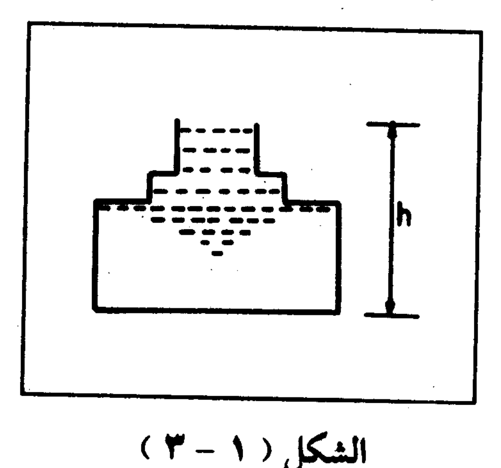
هو الضغط الناشئ عن ارتفاع

ضغط حيز به مائع بضغوط
الضغط المطلق
الضغط المقاس
ضغط الهواء الجوى
1.02BAR
ضغط الحيز المفرغ
0 BAR

الشكل (١ ـ ٢)

عمود من السائل على قاعدة الإناء أو الوعاء الحاوى له كما بالشكل ١ ـ ٣ .

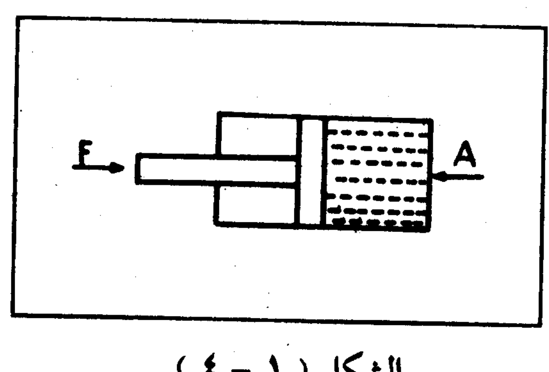
ويمكن الحصول عليه من المعادلة : $P=\rho.g.h$



الشكل (١ - ٣)

حيث إن : ρ هى كثافة السائل ، g هى عجلة الجاذبية الأرضية ، h هى ارتفاع السائل عن السطح المقاس عنده الضغط .

ـ الضغط الديناميكى Dynamic Pressure : وهو الضغط الناشئ عن قوة خارجية كما هو موضح بالشكل ١ ـ ٤ . فإذا كانت القوة الخارجية F وكانت مساحة السطح المطلوب تعيين الضغط عليه A فإنه يمكن حساب الضغط المؤثر على السطح A من العلاقة : $p = \frac{F}{A}$



الشكل (١ - ٤)

انظر (ملحق ـ ١) لمعرفة وحدات الضغط والقوة المستخدمة .

١/٢/٢ - درجة الحرارة Temperature :

هناك تعبيران مستخدمان لدرجة الحرارة وهما :

ـ درجة الحرارة المحيطة Ambient Temperature : وهى درجة حرارة الوسط المحيط والتى تعمل فيه الآلات المختلفة وتقاس بالدرجة المئوية C أو الفهرنهايت F ، والعلاقة بينهما كما يلى :

$$F = 1.8\,c + 32$$

ـ درجة الحرارة المطلقة Absolute Temperature :

وهى درجة حـــرارة المـــوائع المختلفة منسوباً للصفر المطلق ، والذى يساوى $1^{\circ}k$ أو $-273^{\circ}c$ وتساوى .

$$^{\circ}K = 273 + {}^{\circ}c$$

١/٢/٣ ـ معدل التدفق Flow Rate :

يعرف معدل تدفق السوائل على أنه : حجم السائل المار فى وحدة الزمن ونحصل على معدل التدفق من المعادلة الآتية :

$$Q = \frac{v}{t}$$

حيث إن :

V هو حجم السائل المار بالماسورة خلال زمن t

Q معدل التدفق

وهناك نوعان من طرق سريان السوائل الهيدروليكية داخل المواسير وهما :

أ ـ سريان رقائقى Stream line Flow حيث تسرى جزئيات السائل بسرعة معينة فى طبقات منتظمة وموازية لبعضها ، ولا تتداخل هذه الطبقات معاً كما هو موضح بالشكل (١ – ٥).

ب ـ سريان مضطرب Turbelent Flow

وينتج هذا السريان عند زيادة سرعة السوائل عن السرعة الحرجة ويكون مصحوباً بدوامات تؤدى لتداخل طبقات السائل معاً، وإعاقة الطبقات بعضها البعض وهذا موضح بالشكل ١ – ٦ ، علماً بأن السرعة الحرجة ليس لها قيمة محددة ثابتة فهى تعتمد على:

ـ مساحة مقطع الماسورة.

ـ لزوجة السائل الهيدروليكى.

الشكل (١ – ٥)

الشكل (١ – ٦)

ففى حالة المواسير المستديرة الناعمة السطح فإن السرعة الحرجة نحصل عليها

من المعادلة التالية :

$$Vc = \frac{2300\, v}{d}$$

حيث إن :

Vc هى السرعةالحرجة للسائل الهيدروليكى بوحدة (m/s)

v هى اللزوجة الكينامتيكية (m2/s) .

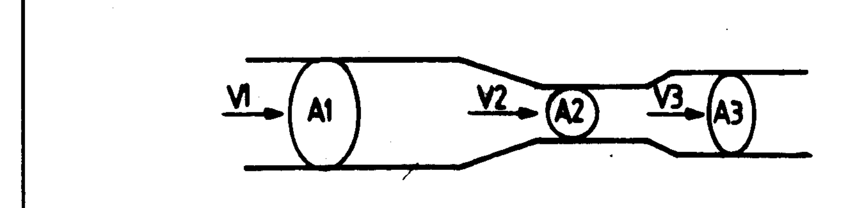
d القطر الداخلى للماسورة m .

والجدير بالذكر أنه عند مرور سائل مروراً مستمراً رقائقياً داخل ماسورة لها مقاطع بمساحات مختلفة كما بالشكل (١ – ٧) ، وكانت مساحة مقاطع هذه الماسورة هى : A_1 , A_2 , A_3

فإن :

$$A_1V_1 = A_2V_2 = A_3V_3$$

حيث إن : V_1 , V_2 , V_3 هى سرعة السائل فى المقاطع A1 , A2 , A3 بالترتيب وتسمى هذه المعادلة بمعادلة الاستمرارية Continuity Equation .



الشكل (١ – ٧)

١/٢/٤ ـ الطاقة الهيدروليكية Hydraulic Energy :

تعرف الطاقة الهيدروليكية لسائل بأنها مجموع طاقاته الثلاث وهى :

أ ـ طاقة الوضع potential Energy وتعتمد على ارتفاع السائل .

ب ـ طاقة الضغط Pressure Energy وتعتمد على ضغط السائل .

ج ـ طاقة الحركة Kinetic Energy وتعتمدعلى سرعة السائل .

وعند حساب الطاقة الهيدروليكية فى الأنظمة الهيدروليكية نهمل طاقة الوضع لانخفاض مستوى مسارات مرور السوائل الهيدروليكية فيها فهى لاتزيد عن 20 m كذلك تعتبر طاقة الحركة صفراً لانخفاض سرعة السوائل الهيدروليكية فهى لا تتعدى عدة أمتار فى الثانية ، وعلى ذلك فإن الطاقة الهيدروليكية تنشأ أساساً من طاقة الضغط المتولدة من وحدات القدرة الهيدروليكية ، علماً بأنه لا يمكن نقل الطاقة الهيدروليكية داخل المواسير بدون فقد فى الطاقة نتيجة لاحتكاك السائل مع الجدران الداخلية للمواسير والأدوات المختلفة للدائرة الهيدروليكية ، وتتحول الطاقة المفقودة إلى طاقة حرارية ، وتؤدى تلك المفاقيد لانخفاض ضغط السائل الهيدروليكى فى الدائرة الهيدروليكية قليلاً عن الضغط عند مخرج وحدة القدرة الهيدروليكية .

١/٣ - وحدة القدرة الهيدروليكية Hydraulic Power Unit :

تعد وحدة القدرة الهيدروليكية بمثابة القلب النابض فى دوائر التحكم الهيدروليكية وتتكون هذه الوحدة من مجموعة من العناصر الهيدروليكية أهمها ما يلى :

١ ـ المضخة الهيدروليكية Hydraulic Pump : وتقوم بإمداد الدائرة الهيدروليكية بالسائل الهيدروليكى وذلك بضخه من الخزان .

٢ ـ الخزان Reservoir : ويقوم بتجميع السائل الهيدروليكى الراجع من الدائرة الهيدروليكية ، وكذلك إمداد الدائرة الهيدروليكية بالسائل الهيدروليكى .

٣ ـ السائل الهيدروليكى Hydraulic Fluid : وهو وسيط نقل القدرة الهيدروليكية.

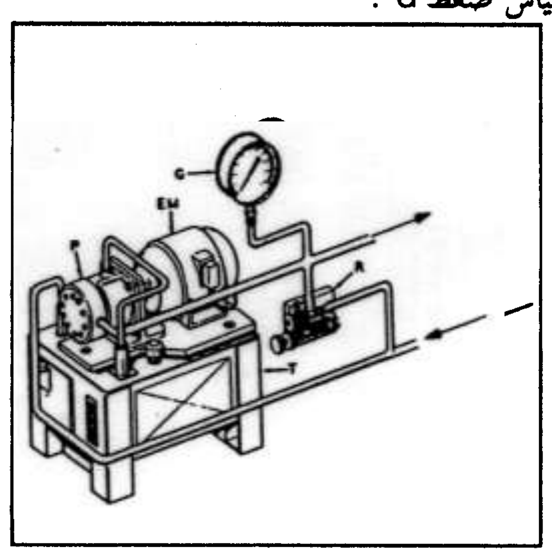
٤ ـ صمام تصريف الضغط Relief Valve : ويمنع هذا الصمام وصول ضغط التشغيل للدائرة الهيدروليكية لحدود غير آمنة .

٥ ـ مرشح السائل الهيدروليكى Filler : ويقوم المرشح بترشيح السائل الهيدروليكى من الرواسب والشوائب العالقة لحماية العناصر الهيدروليكية من التلف.

٦ ـ المبرد Cooler : ويقوم المبرد بتبريد السائل الهيدروليكى لمنع تغير خواصه عند ارتفاع درجة حرارته ، مما قد يؤدى لتلف العناصر الهيدروليكية بالدائرة .

٧ ـ السخان Heater : ويقوم السخان بتسخين السائل الهيدروليكى ، إذا كانت درجة حراراته منخفضة جداً ، وذلك للتقليل من لزوجة السائل التى تمثل حملاً زائداً على المضخة الهيدروليكية خاصة عند بدء التشغيل فى الأجواء الباردة .

والشكل (١ - ٨) يوضح أجزاء وحدة قدرة هيدروليكية أفقية تتكون من محرك كهربى EM ومضخة هيدروليكية P ومزودة أيضاً بصمام تصريف ضغط T ، وكذلك عداد قياس ضغط G .



الشكل (١ - ٨)

والجدير بالذكر أنه يوجد وحدات قدرة هيدروليكية مزودة بمضخة هيدروليكية ، ومحرك كهربى فى وضع رأسى .

١ / ٤ ـ المضخات الهيدروليكية Hydraulic Pumps :

لدراسة الأنواع المختلفة للمضخات الهيدروليكية يجب استعراض بعض المصطلحات الفنية المستخدمة فى المضخات ، وهى على النحو التالى :

١ ـ حدود الضغط (Pressure Range) : وتعطى أقصى ضغط آمن يمكن أن تعمل عنده المضخة ويقاس بوحدة البار Bar أو بوحدة Psi .

٢ ـ الحجم الهندسى Geometric Displacement : ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى اللفة الواحدة ويعطى بوحدة لتر / لفة (L/rev) أو بوحدة سم٣ / لفة (cc/rev) وذلك عند ضغط التشغيل للمضخة .

٣ ـ السعة Capacity : وتعطى حجم الزيت التى تضخة المضخة فى الدقيقة ، ويساوى الحجم الهندسى مضروباً فى عدد لفات الدوران فى الدقيقة ، ويعطى بوحدة لتر / دقيقة l/min أو جالون / دقيقة (Gal / min) .

٤ ـ حدود السرعة Speed Range : وهى تمثل أقل وأكبر سرعة آمنة يمكن أن تعمل عندها المضخة بدون تلف ، وتعطى بوحدة لفة / دقيقة (r. p . m) .

٥ ـ الكفاءة الحجمية Volumetric Efficiency : وهى النسبة بين حجم الزيت الخارج من المضخة فى اللفة الواحدة عند ضغط التشغيل للمضخة إلى حجم الزيت الخارج من المضخة فى اللفة الواحدة عند ضغط صفر بار (obar) .

٦ ـ الضغط الأقصى Max. Pressure : وهو أقصى ضغط يمكن أن تتحمله المضخة .

٧ ـ ضغط التشغيل Working Pressure : وهو الضغط الذى تعمل عنده المضخة بحيث لا يتعدى هذا الضغط الضغط الأقصى لأى عنصر من عناصر الدائرة الهيدروليكية المستخدمة فيها .

وتقوم المضخات الهيدروليكية بصفة عامة بسحب السائل الهيدروليكى من الخزان ودفعه إلى الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى تحريك حمل خارجى وهذا بالطبع يمثل مقاومة لتدفق السائل الهيدروليكى .

وهذه المقاومة هى التى تؤدى لزيادة ضغط السائل الهيدروليكى إلى القيمة التى تمكنه من التغلب على هذه المقاومة .

ويمكن تقسيم المضخات الهيدروليكية بصفة عامة كما يلى :

١ ـ مضخات ثابتة الحجم الهندسى : وهى مضخات لايمكن تغيير حجمها الهندسى ، وفيما يلى أهم أنواعها :

أ ـ مضخات ترسية Gear Pumps .

ب ـ مضخات دوارة ريشية Vane Pumps .

ج ـ مضخات دوارة مكبسية Piston Pumps .

٢ ـ مضخات متغيرة الحجم الهندسى : وهى مضخات يمكن تغيير حجمها

الهندسى للمحافظة على ثبات التدفق أو ثبات الضغط أو ثبات القدرة ، أو ثبات جميع هذه المتغيرات ، وأهم هذه المضخات الأنواع التالية :

أ ـ مضخات دوارة بريش منزلقة Vane Pumps .

ب ـ مضخات دوارة مكبسية Piston Pumps .

١ / ٤ / ١ ـ المضخات الترسية Gear Pumps :

المضخات الترسية هى مضخات ثابتة الإزاحة (الحجم الهندسى) وهى أكثر المضخات المستخدمة فى دوائر التحكم الهيدروليكية لبساطتها وزيادة عمرها الافتراضى ، ورخص ثمنها ، وقلة أجزائها المتحركة ، وسهولة صيانتها .

وتتواجد هذه المضخات بأحجام هندسية متعددة ، وضغوط مختلفة ويتناسب ثمن المضخات الترسية طردياً مع الحجم وحدود الضغط للمضخة .

وللحصول على العمر المقنن للمضخة الترسية يجب الالتزام بالسرعة والحمل المقنن لها ، ولقد أوضحت الدراسات أن زيادة سرعة المضخة مرتين عن السرعة المقننة يقلل من عمر المضخة إلى 1/8 العمر المقنن تقريباً . ويمكن تقسيم المضخات الترسية إلى نوعين وهما :

١ ـ المضخات ذات التروس الخارجية External Gear Pumps .

٢ ـ المضخات ذات التروس الداخلية Internal Gear Pumps .

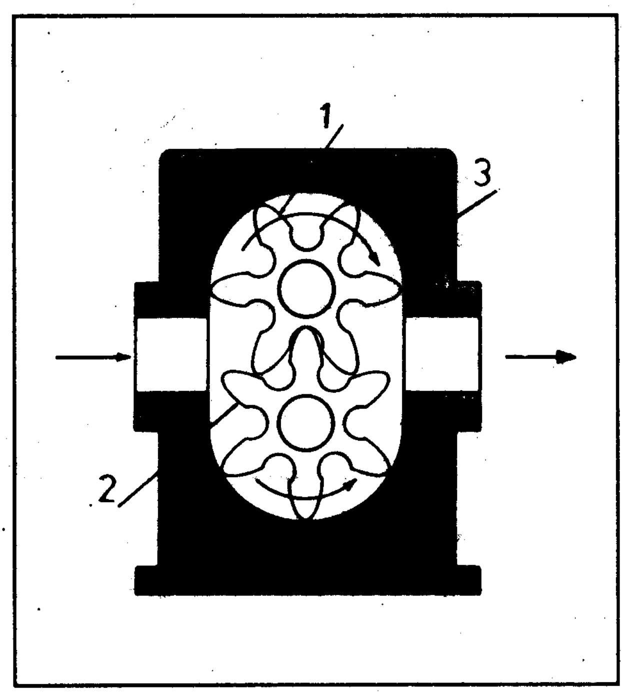
وسوف نكتفى هنا بتناول النوع الأول من المضخات الترسية لكثرة استخداماتها ومميزاتها المتعددة . والشكل (١ ـ ٩) يستعرض قطاعاً مبسطاً لمضخة ذات تروس خارجية .

وهى تحتوى على ترسين معشقين من الخارج 1,2 وموضوعين داخل غلاف معدنى 3 والترس 1 مثبت على عمود الإدارة للمضخة.

فعند دوران الترس 1 يدور الترس 2 تبعاً له ولكن فى الاتجاه المضاد ، فتنفصل أسنان الترسين ، وتتسع الفراغات بينهما أمام خط السحب ، مما يؤدى لانخفاض الضغط فى خط السحب عن الضغط الجوى ، فيندفع السائل من الخزان إلى خط سحب المضخة ، بينما تضيق الغرف المتكونة بين أسنان الترسين أمام خط الضغط ،

فـيندفع السـائل من خط الضغط عند ضغوط عالية تعتمد على حمل المضخة . ويتـرواح الحـجم الهندسى للمـضخات الترسية بصفة عامة بين (3.2:100cc/rev) كا يصل ضغط التشغيل إلى 250 bar ، وتتروا ح سرعتـها بين 1000 : 3000 r.p.m وقد تصل إلى 50000 rpm فى تصميمات خاصة .

وتترواح كفاءة هذه المضـخات مـا بين 40:90% معـتـمـدة على دقة التـصنيع وثمن المضخة .



الشكل (١ - ٩)

١/٤/٢ ـ المضخات الريشية Vane Pumps :

تستخدم المضخات الريشية فى التطبيقات التى تحتاج لمستوى ضوضاء منخفض، ولكن مـا يحـد من استـخدامـها سرعة تلفـهـا عند وجـود أى رواسب فى السـائل الهيـدروليكى حيث تعمل هذه الرواسب على تلف عناصر الإحكام مما يقلل من عمر المضخة بدرجة كبيرة ، وتنقسم المضخات الريشية إلى نوعين وهما :

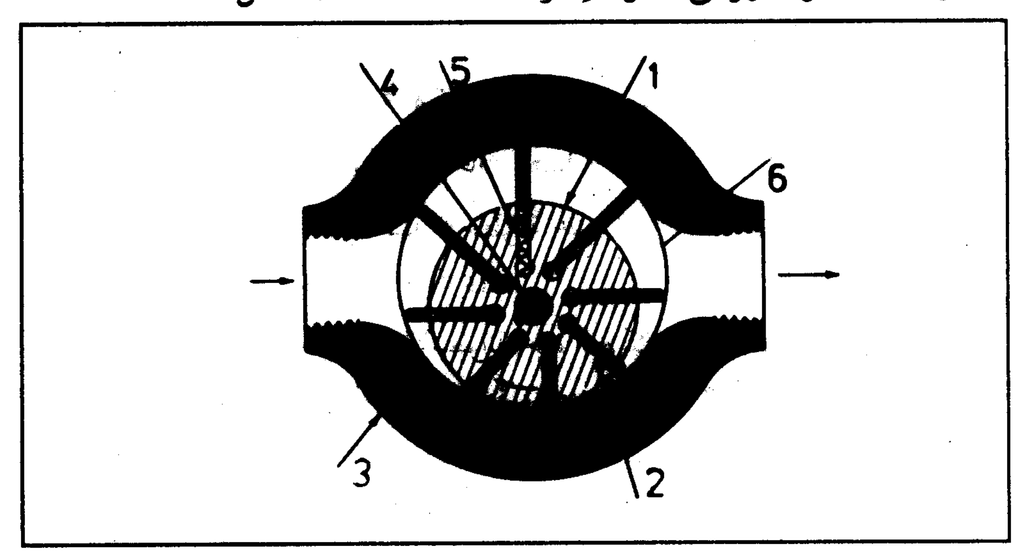
١ ـ مضخات ريشية ثابتة الإزاحة .

٢ ـ مضخات ريشية متغيرة الإزاحة .

أولاً : المضخات الريشية ثابتة الإزاحة :

وتتكون هذه المضخات من عضو دوار به مجارى طولية 1 ، ويثبت بكل مجرة ريشة منفردة أو مزدوجة 2 مدفوعة للخارج بياى 5 ، ويدور العـضـو الدوار داخل أسطوانة من الصلب 6 دورانا لا مركزياً ،وتثبت هذه الاسطوانة داخل جسم المضخة

3 ، ويثبت العضو الدوار فى عمود الإدارة للمضخة 4 كما بالشكل (١ ـ ١٠) .



الشكل (١- ١٠)

وعند دوران المضخة يدور العضو الدوار داخل فراغ الاسطوانة مما يؤدى إلى دفع الريش خارج المجارى عند الاقتراب من خط السحب ، وتصبح أجزاء الريش الخارجة من المجارى أكبر ما يمكن والعكس بالعكس عند الاقتراب من خط الطرد فينخفض الضغط فى المنطقة المقابلة لخط السحب عن الضغط الجوى ويندفع السائل الهيدروليكى من الخزان خلال خط السحب إلى هذه المنطقة ، بينما يرتفع الضغط فى المنطقة المقابلة لخط الطرد فيندفع الزيت من المضخة من هذه المنطقة خلال خط الطرد بضغط يعتمد على حمل المضخة ، والقيمة المعاير عليها صمام تصريف الضغط للمضخة .

والجدير بالذكر أن الشركات المصنعة للمضخات الترسية تنتج مضخات ريشية مزدوجة ، وتحتوى هذه المضخات على خط سحب واحد وخطى ضغط .

وتتكون هذه المضخات من عنصرى ضخ (عضو دوار وأسطوانة) موضوعين داخل جسم المضخة .

ويتروواح الحجم الهندسى للمضخات الريشية ثابتة الإزاحة بين 10:100c/rev .

أما الضغط فيتراوح بين 70:100 bar ، ويصل إلى 175 bar فى تصميمات خاصة، وتتراوح سرعتها بين 2500rpm : 200 وتصل كفاءتها الحجمية إلى 90%.

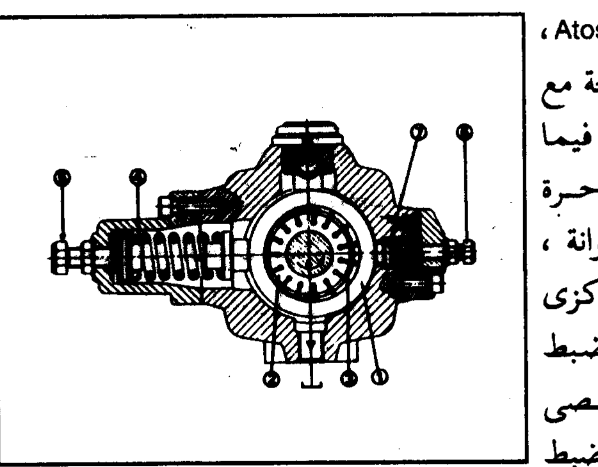
ثانياً : المضخات الريشية متغيرة الإزاحة :

يوجد طرازان مختلفان لهذه المضخات وهما :

ـ الطراز الأول : تكون فيه الاسطوانة حرة الحركة داخل جسم المضخة ، ويدفعها زنبرك تعويض لوضع لا مركزى .

ـ الطراز الثانى : تكون فيه الاسطوانة حرة الحركة وتثبت بين مكبسين واقعين تحت تأثير ضغط التشغيل للمضخة ، ونسبة مساحتيهما 1:2 ، ويتميز هذا الطراز بإمكانية إضافة منظمات مختلفة إليه ؛ للحصول على ضغط ثابت ، أو تدفق ثابت أو قدرة ثابتة وهكذا .

والشكل (١-١١) يبين قطاعاً لمضخة ريشية متغيرة الإزاحة بياى تعويض مصممة لتغيير تدفقها لثبات الضغط من إنتاج شركة Atos، وتتشابه فكرة عمل هذه المضخة مع المضخة الريشية ثابتة الحجم ، فيما عدا أن الأسطوانة 1 تكون حرة الحركة داخل جسم الاسطوانة ، ويدفعها الزنبرك 4 لوضع لامركزى ناحية العضو الدوار 2 ، ويتم ضبط أقصى لامركزية ، وبالتالى أقصى حجم هندسى بواسطة مسمار ضبط التدفق 6 ، وعند دوران المضخة وزيادة ضغط السائل الهيدروليكى



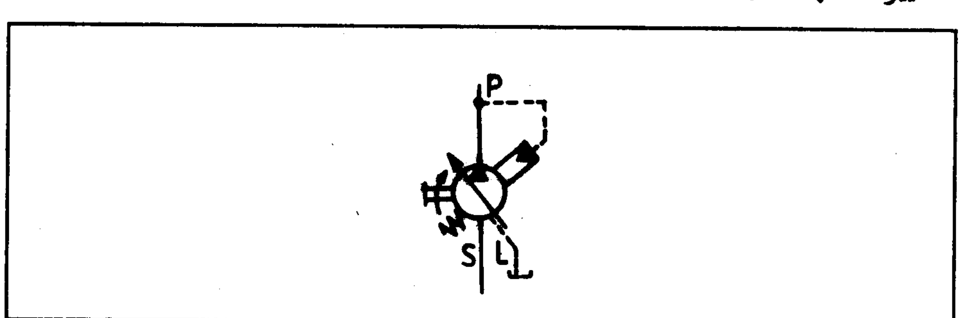
الشكل (١- ١١)

فى الدائرة الهيدروليكية عن الحد المعاير عليه مسمار ضبط التشغيل 5 تتولد قوة تدفع الاسطوانة فى اتجاه مضاد لقوة دفع ياى التعويض 4 ، لتقليل اللامركزية مع العضو الدوار 2 وبالتالى يقل ضغط التشغيل للمضخة ، وكذلك يقل معدل التدفق

للقيمة المعاير عليها المضخة . فإذا توقفت حاجة الحمل للسائل الهيدروليكى المضغوط يرتفع الضغط ، وتتغلب القوة المتولدة على قوة دفع ياى التعويض 4 فتتحرك الاسطوانة إلى الوضع المركزى ـ تقريباً ـ وينعدم التدفق الخارج من المضخة مع الاحتفاظ بضغط التشغيل عند القيمة المعاير عليها المضخة .

وتقوم المضخة فى هذه الحالة بضخ السائل اللازم ؛ لتعويض الفقد الناتج عن التسريب فى الدائرة الهيدروليكية ، مما يقلل من فقد القدرة وارتفاع درجة حرارة السائل لأقل ما يمكن .

وفيما يلى رمز المضخة الريشية متغيرة الإزاحة ذات ياى التعويض ، والمصممة لتغيير تدفقها ؛ لثبات الضغط .



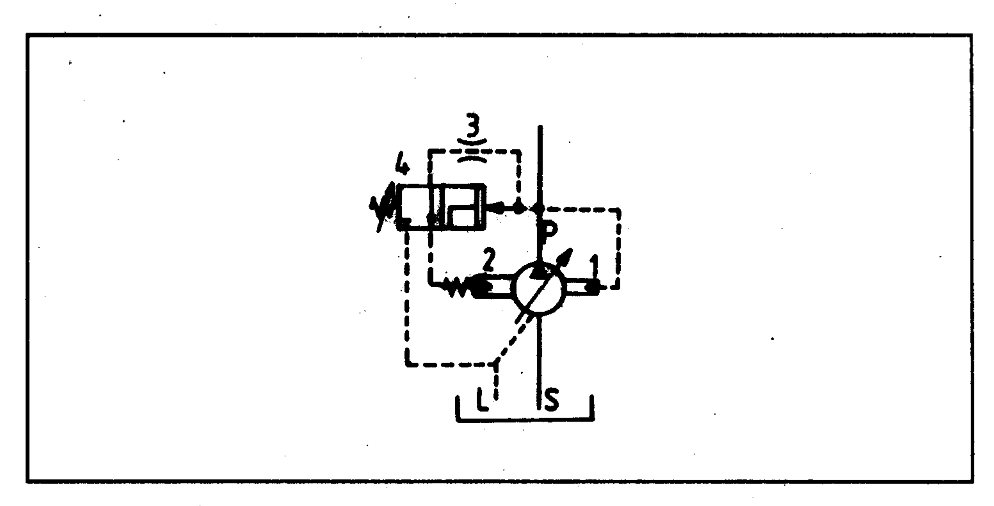
حيث إن :

P خط الطرد للمضخة .

S خط السحب للمضخة .

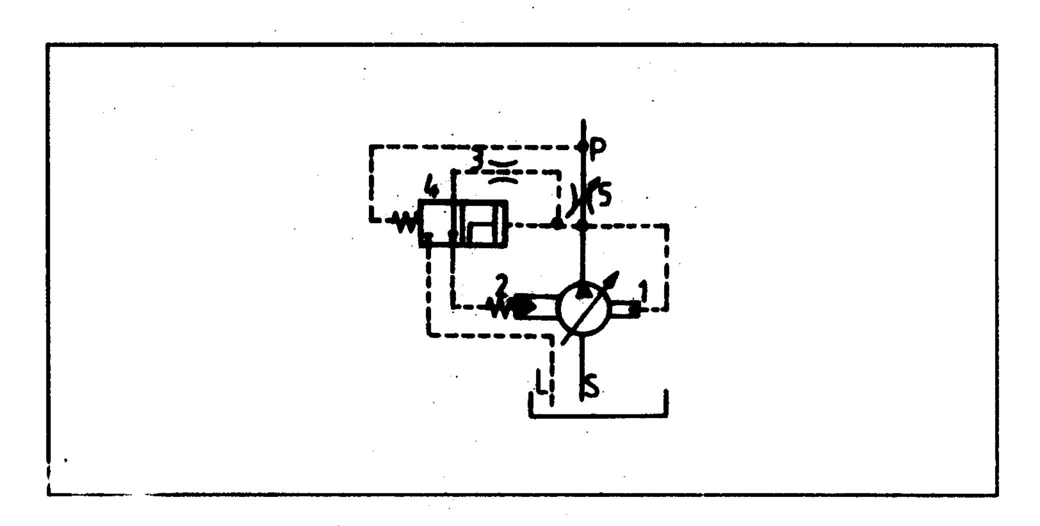
L خط التسريب للمضخة .

والرمز التالى لمضخة ريشية متغيرة الإزاحة بمكبسين هيدروليكيين مضاف إليهما منظم ضغط Pressure Controller يتم ضبطه يدوياً ، حيث تثبت اسطوانة المضخة بين مكبسين ، النسبة بين مساحتيها 2:1 ، ويتعرض المكبس الصغير 1 لضغط التشغيل للمضخة ، ويثبت مع المكبس الكبير ياى لضمان دفع الاسطوانة لوضع لامركزى ، وذلك عند انخفاض ضغط المضخة أو توقفها ، ويتعرض المكبس الكبير 2 لضغط التشغيل منقوصاً منه الفقد الناتج عن وجود الصمام الخانق 3 ،



ويتم معايرة الضغط الأقصى المطلوب عن طريق الياى الخاص بصمام التحكم 4 وعندما يرتفع الضغط للقيمة القصوى المعاير عليها المضخة يتغير وضع تشغيل صمام التحكم من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن (انظر الفقرة ٢ – ٦) فيتصل السائل الهيدروليكى الموجود فى غرفة المكبس الكبير مباشرة بخط التسريب، وبالتالى يقوم الكباس الصغير بتحريك الاسطوانة ، لوضع جديد ، فيتغير الحجم الهندسى للمضخة للحصول على الضغط المطلوب .

والرمز التالى لمضخة ريشية متغيرة الإزاحة بمكبسين هيدروليكيين مضافاً إليها منظم تدفق Fow Controller يتم ضبطه يدوياً .



ويمكن ضبط التدفق المطلوب بضبط صمام التحكم فى التدفق 5 ، ويقوم صمام التحكم الاتجاهى 4 بتثبيت فرق الضغط على طرفى صمام التحكم فى التدفق 5 ، وذلك لأنه عند زيادة تدفق المضخة عن الحد المعايرة عليه يزداد فرق الضغط بين طرفى الصمام 5 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 4 للوضع الأيمن ، فيتصل السائل الهيدروليكى الموجود فى غرفة المكبس الكبير 2 مباشرة بالخزان ، وبالتالى يقوم المكبس الصغير 1 بتحريك اسطوانة المضخة لوضع جديد ، فيتغير تدفق المضخة للحصول على تدفق ثابت لها مهما تغيرت قيمة الحمل .

علماً بأنه من خواص صمام التحكم فى التدفق 5 أنه بزيادة التدفق يزداد فرق الضغط على أطرافه والعكس بالعكس .

وهناك منظمات أخرى يمكن إضافتها للمضخات الريشية ذات المكبسين مثل : منظم ضغط وتدفق Flow and Pressure Controller . وأهم مميزات المضخات الريشية متغيرة الإزاحة ما يلى :

١ ـ المحافظة على درجة حرارة الزيت الهيدروليكى فى حدود مقبولة مما يطيل من عمر الزيت الهيدروليكى ، وبالتالى تظل العناصر الهيدروليكية فى الدائرة تعمل بصورة جيدة أطول فترة ممكنة .

٢ ـ الاستغناء عن صمام تصريف الضغط ، مما يقلل من تكلفة بناء الدائرة الهيدروليكية .

٣ ـ ترشيد استهلاك الطاقة ، حيث تقوم المضخة الريشية متغيرة الإزاحة بإمداد الحمل بحاجته الفعلية بدون نقص أو زيادة .

ويتراوح الحجم الهندسى للمضخات الريشية متغيرة الإزاحة بين 25 cc/rev : 10 أما الضغط فيصل إلى 160 bar .

١/٤/٣ ـ المضخات المكبسية المحورية Axial Piston Pumps :

تعد المضخات المكبسية المحورية أكثر المضخات المكبسية انتشاراً فى الصناعة وجاءت تسمية هذه المضخات بمكبسية لأنها تحتوى على مكابس تتحرك فى مستوى موازٍ لمحور عمود الإدارة ، وتتواجد هذه المضخات بصورتين : إما ثابتة الإزاحة ، أو متغيرة الإزاحة .

ويوجد نوعان مختلفان من المضخات المكبسية المحورية وهما :

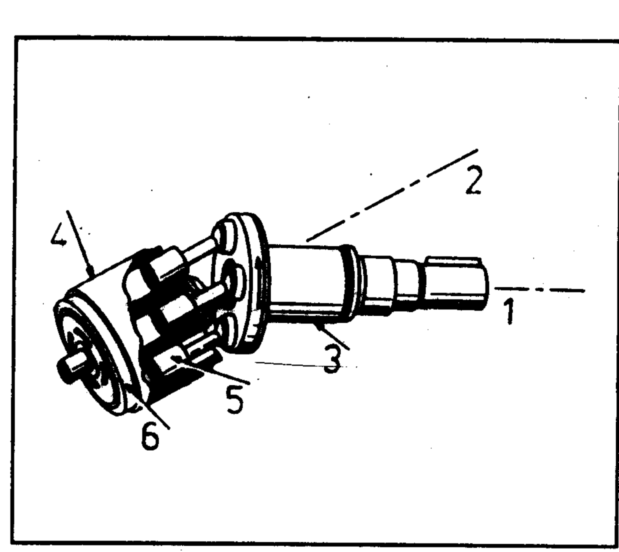
١ ـ مضخات مكبسية ذات العمود المنحنى Bend Axis Pumps

٢ ـ مضخات مكبسية ذات القرص المترنح Swash Plate Pumps

أولاً : المضخات المكبسية ثابتة الإزاحة :

الشكل (١ – ١٢) يعرض شكلاً مجسماً لمضخة مكبسية محورية بمحور منحنى ، حيث يوصل محور دوران عمود الإدارة بمحور دوران جسم الاسطوانة 2 بوصلة عامة بحيث تكون الزاوية بينهما فى العادة 25 درجة .

فعند دوران عمود إدارة المضخة 3 تدور معه اسطوانة المكابس 4 عن طريق أذرع التوصيل والكباسات ، ونتيجة لانحناء عمود الإدارة ينتج حركة ترددية للمكابس 5 داخل الفراغات الموجودة بجسم اسطوانة المكابس، حيث يعمل كل مكبس شوطين خلال كل لفة أى شوط سحب ، وشوط ضغط.



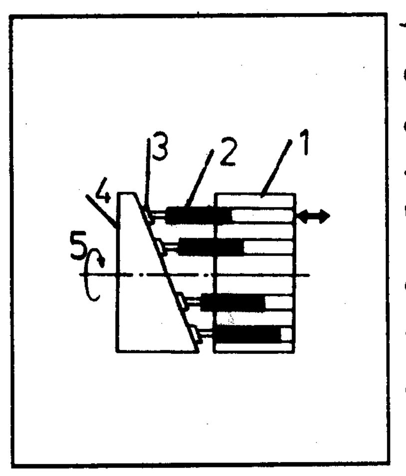
الشكل (١ ـ ١٢)

ويوجد بجسم الاسطوانة قرص 6 يحتوى على فتحتى دخول وخروج السائل الهيدروليكى للمضخة،

وهاتان الفتحتان تكونان على شكل كليتين ؛ علماً بأن زاوية ميل هذا المحور المنحنى ثابتة بواسطة جسم المضخة المائل ، الذى يوضع به كلاً من عمود الإدارة والإسطوانة .

ويتروواح الحجم الهندسى للمضخات المكبسية المحورية ثابتة الحجم الهندسى بين 10 : 2000 cc / rev وأقصى ضغط يصل إلى 210 bar .

والشكل (١ ـ ١٣) يعرض قطاعاً مبسطاً للمضخة بقرص مترنح ، وكما هو واضح من هذا الشكل أن محور الأسطوانة هو نفس محور عمود الإدارة ، ويستخدم قرص مائل بزاوية 15 مع محور عمود الإدارة ، وهذا القرص مثبت فى جسم المضخة ، فعند دوران عمود الإدارة للمضخة تدور الأسطوانة وبداخلها المكابس ، وحيث إن أذرع توصيل المكابس مرتكزة على القرص المائل فلذلك تتحرك المكابس حركة ترددية داخل الاسطوانة ، ويتم التحكم فى دخول وخروج السائل الهيدروليكى من المضخة بواسطة فتحتان على شكل كليتين تماماً كما هو الحال فى المضخات ذات العمود المنحنى .



الشكل (١ ـ ١٣)

وفيا يلى التعريف بأجزاء المضخة المكبسية المحورية ذات القرص المترنح :

أسطوانة المكابس (تدور مع عمود الإدارة)	1
المكابس .	2
ركائز المكابس على القرص المترنح .	3
القرص المترنح (ثابت) .	4
محور الدوران للمضخة .	5

ويتروواح الحجم الهندسى لهذه المضخات ما بين 10 : 2000 cc/rev ، ويصل ضغط المضخات المكبسية المحورية ذات القرص المترنح إلى 700 bar .

ثانياً : المضخات المكبسية المحورية متغيرة الحجم :

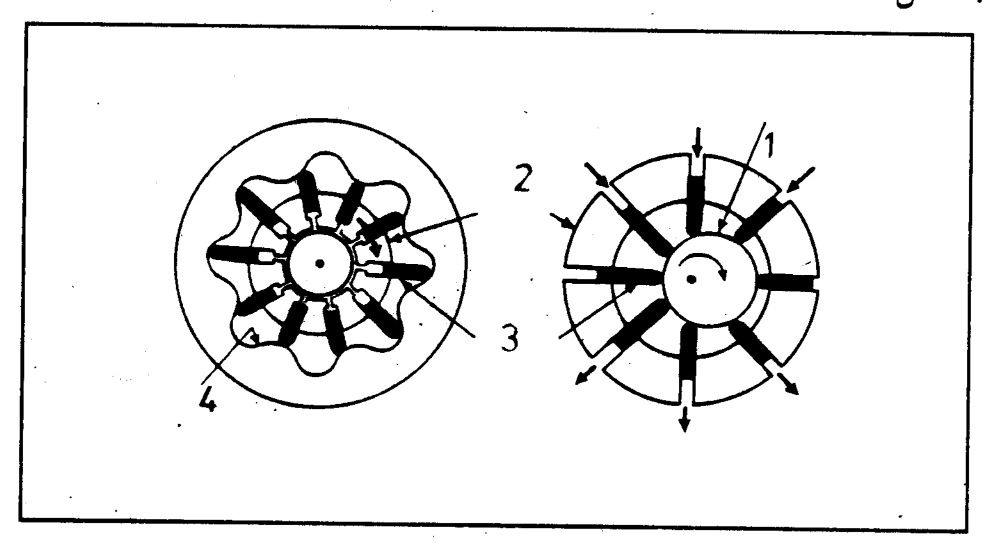
بالنسبة للمضخات المكبسية المحورية ذات المحور المنحنى ، فيتم التحكم فى تدفق هذه المضخات بتغيير زاوية ميل أسطوانة المكابس مع محور عمود الدوران بزوايا تتراوح بين (25+ : 25-) درجة ، وذلك بواسطة أجهزة تحكم مختلفة معدة لذلك ، مع العلم بأن جسم المضخة فى هذه الحالة يكون مصمماً ليسمح بحرية حركة أسطوانة المكابس لتغيير زاوية الميل فى الحدود المذكورة سابقاً .

أما بالنسبة للمضخات المكبسية المحورية ذات القرص المترنح فيتم التحرك فى تدفق هذه المضخات بتغيير زاوية ميل القرص المترنح مع محور الدوران فى الحدود من (15+ : 15-) درجة ، وذلك بواسطة أجهزة تحكم معدة لهذا الغرض ، علماً بأن جسم المضخة يكون مصمماً بحيث يسمح بحرية حركة القرص المائل فى الحدود المذكورة سالفاً .

ومن الجدير بالذكر أن : انعدام زاوية ميل المحور المنحنى فى المضخات المكبسية المحورية ذات المحور المنحنى، وكذلك انعدام ميل القرص المترنح مع محور الدوران للمضخات المكبسية المحورية ذات القرص المترنح يؤدى إلى انعدام التدفق للمضخة .

١/٤/٤ ـ المضخات المكبسية النصف قطرية :

يوجد طرازان مختلفان للمضخات المكبسية النصف قطرية ثابتة الإزاحة موضحة بالشكل (١ ـ ١٤) .



الشكل (١ - ١٤)

حيث إن :

عضو دوار اسطوانى	1	مكابس نصف قطرية	3
اسطوانة المكابس	2	جسم المضخة المتعددة الكامات	4

أولاً : الطراز الأول :

وهو موضح بالشكل (١ ـ ١٤ أ) وفيه اسطوانة المكابس تكون ثابتة بينما تتحرك المكابس حركة ترددية داخل غرفها المشكلة فى اتجاه نصف قطر أسطوانة المكابس بواسطة العضو الدوار الاسطوانى المثبت فى عمود إدارة المضخة ، حيث يدور دوراناً لا مركزياً داخل جسم اسطوانة المكابس ، فتندفع المكابس داخل غرفها الواحدة تلو الأخرى لتتحرك حركة ترددية ، ينتج عنها سحب الزيت من الخزان ، وتدفعه إلى الدائرة الهيدروليكية .

ثانياً : الطراز الثانى :

وهو موضح بالشكل (١ ـ ١٤ب) ، وفيه تدور اسطوانة المكابس مع عمود إدارة المضخة داخل جسم المضخة المتعدد الكامات دوراناً لا مركزياً ، وينتج عن ذلك حركة ترددية للمكابس داخل فراغاتها ، فتسحب المضخة الزيت من الخران ، وتدفعه إلى الدائرة الهيدروليكية .

ويتزواح الحجم الهندسى للمضخات المكبسية النصف قطرية 1 : 20 cc/rev ، بينما يصل ضغط تشغيلها إلى 700 bar وتصل سرعتها إلى 4000 rpm ، وتستخدم هذه المضخات عادة فى هيدروليكا السيارات والسفن .

ملاحظات :

١ ـ تتشابه نظرية عمل المضخات المكبسية النصف قطرية متغيرة الإزاحة مع نظرية عمل المضخات الريشية متغيرة الإزاحة ، حيث تثبت اسطوانة المكابس فى عمود إدارة المضخة (الطراز الثانى) ويتم التحكم فى تدفق المضخة بالتحكم فى اللامكزية بين الأسطوانة وجسم المضخة المتعدد الكامات بنفس الطرق المستخدمة فى المضخات الريشية متغيرة الإزاحة .

٢ ـ يوجد عدة أنواع من المنظمات المستخدمة فى التحكم فى المضخات المكبسية متغيرة الإزاحة من حيث وظيفتها ، أهمها ما يلى :

أ ـ منظم ضغط يعمل على ثبات ضغط المضخة .

ب ـ منظم قدرة يعمل على ثبات قدرة المضخة .

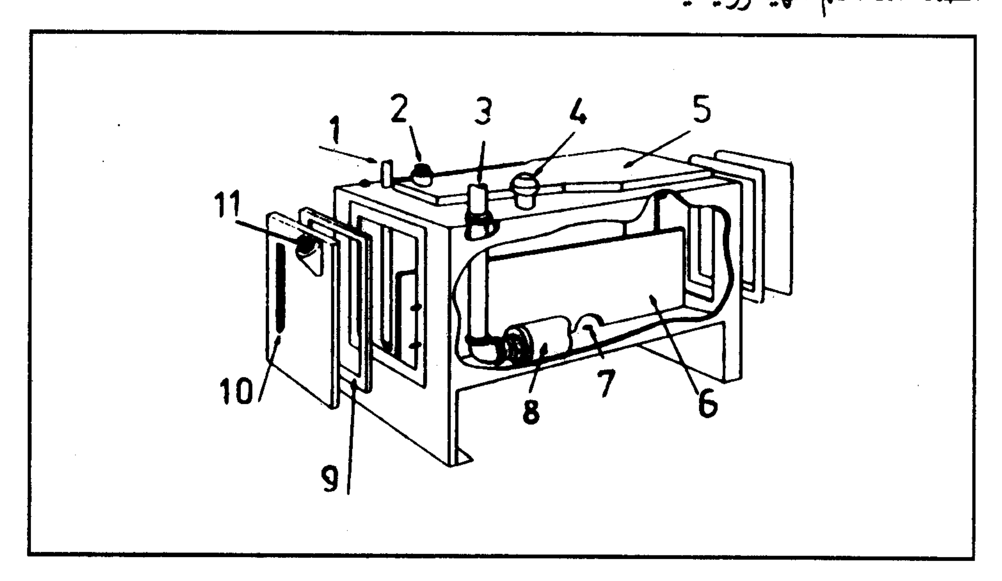
ج ـ منظم تدفق يعمل على ثبات تدفق المضخة .

ويجب على المصمم اختيار نوع المنظم الملائم لطبيعة الاستخدام .

١ ـ ٥ الخزانات Reservoirs :

تعتبر الخزانات هى العنصر الأساس فى الأنظمة الهيدروليكية ، فأغلب العناصر الهيدروليكية تكون مجتمعة عند الخزان ، وبالرغم من أن الوظيفة الأساسية للخزان هى تخزين السائل الهيدروليكى ، ولكن التصميم الجيد للخزان يضيف بعض الوظائف الثانوية له مثل : تبريد الزيت الهيدروليكى ، والتخلص من الهواء الذائب فى الزيت ، والتخلص من الشوائب الموجودة فى الزيت ، وكذلك قاعدة لتثبيت المحرك الكهربى ، والمضخة الهيدروليكية وعدادات قياس الضغط وصمامات التحكم.

والشكل (١ - ١٥) يعرض مخططاً توضيحياً لأحد الخزانات المستخدمة فى أنظمة التحكم الهيدروليكية .



الشكل (١ - ١٥)

وفيما يلى التعريف بأجزاء الخزان المعروضة فى الشكل (١ ـ ١٥) .

1 : خط الراجع .

2 : خط صرف المتسرب .

3 : خط السحب .

4 : منفث بمرشح للهواء .

5 : لوح تثبيت المضخة والمحرك الكهربى .

6 : لوح تقسيم الخزان .

7 : طبة تصريف .

8 : مصفاة .

9 : غطاء فتحة التنظيف .

10 : مبين مستوى الزيت .

11 : قمع تعبئة الزيت .

ويصنع الخزان عادة من الصلب المدرفل على الساخن ، وتمدد جوانب الخزان أسفل القاع بطول 15 سنتيمتراً تقريباً ، وذلك للحصول على تبريد مناسب ، وتحسين إمكانية التنظيف وهى تعمل أيضاً كركائز للخزان .

وعادة فإن قاع الخزان يكون مائلاً ،وبه فتحة تصريف فى أسفل نقطة بالقاع ، ويوضع غطاءان كبيران على جانبى الخزان ، ويستخدمان لتنظيف الخزان ، ويثبت على أحد جوانب الخزان زجاجة بيان مستوى الزيت ، وذلك لإمكانية مراقبة مستوى زيت الخزان من حين لآخر ، ويوجد قمع لتعبئة الزيت ، ويثبت فى بداية القمع مصفاة ؛ لمنع أى جسم غريب من الدخول للخزان ، ويوضع فى قاع الخزان حاجز لفصل مكان خط السحب للمضخة عن خط الراجع من الدائرة الهيدروليكية .

ويوجد فتحات كثيرة قرب قاع الحاجز ، وبالتالى تصبح وظيفة الحاجز ليس فقط تقسيم الخزان لقسمين منفصلين ، ولكن أيضاً تقليل الدوامات التى تحدث داخل الزيت نتيجة للزيت الراجع ، وتوجد فتحة تنفيس مزودة بمرشح لترشيح

الهواء الذى يدخل الخزان ووظيفة فتحة التنفيس معادلة الضغط داخل الخزان بالضغط الجوى ، وكذلك ترشيح الهواء الذى يدخل الخزان عندما ينخفض مستوى الزيت بداخله ، وعادة فإن خط سحب المضخة يكون مغموراً فى الزيت ، ولكن مرتفعاً عن قاع الخزان ، وفى نهايته مرشح لترشيح الزيت الداخل من الدائرة الهيدروليكية .

أما خط الراجع فيكون مغموراً فى الزيت ويكون مقطوعاً بزاوية 45 من نهايته ، ويساعد ذلك على تدفق الزيت الراجع تجاه جدران الخزان ، مما يقلل من درجة حرارة الزيت ، كما أن غمر خط الراجع فى الزيت يمنع تكون رغاوى فى الزيت ، وتطلى الجدران الداخلية للخزان بدهان يمنع الأكسدة التى يمكن أن تتكون نتيجة للتكاثف ، وهذا الدهان يفترض فيه عدم التفاعل كيمائياً مع الزيت .ونظراً لترسب رواسب كثيرة فى الزيت ؛ لذا يجب تفريغ الخزانات من محتوياتها بصفة دورية ، وتنظيف الزيت وترشيحه ، ثم إعادة ملء الخزان بالزيت النظيف للمستوى المطلوب، وعادة فإن حجم خزان الزيت الهيدروليكى يساوى 3 إلى 4 مرات من معدل تدفق المضخة فى الدقيقة .

وأحياناً تدمج فتحة التنفيس والتعبئة (الملء) فى بعض الخزانات ، ويراعى أن يكون أقصى معدل سريان مسموح به للهواء من خلال هذه الفتحة أكبر من أقصى معدل تدفق للمضخة ، وذلك لمنع حدوث تغيرات فى شكل الخزان .

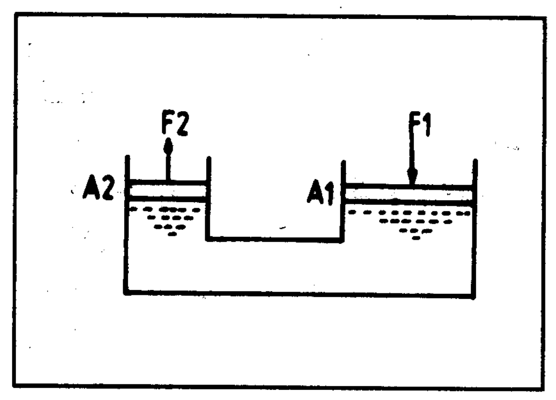
١/٦ ـ السائل الهيدروليكى Hydraulic Fluids :

يستخدم السائل الهيدروليكى فى النظام الهيدروليكى كوسيط لنقل القوى بين الأحمال المختلفة ، وذلك لأن السائل الهيدروليكى غير قابل للانضغاط ، وتبعاً لقانون باسكال Pascal فإنه عند تعريض سائل هيدروليكى لقوة داخل دائرة مغلقة فإن هذه القوة تنقل لجميع أجزاء الدائرة بقيم تعتمد على المساحة وعند تطبيق قانون باسكال على الحالة الموضحة فى الشكل(١ـ١٦) نجد أن : $\frac{A_1}{A_2} = \frac{F_1}{F_2}$

حيث إن F_1 هى القوة المؤثرة على السائل الهيدروليكى عند المساحة A_1 ، أما F_2 هى القوة الناتجة عند المساحة A_2 .

وعادة ما تقوم الشركات المصنعة للعناصر الهيدروليكية بتحديد أنواع الزيوت

المناسبة للاستخدام مع منتجاتها ، وتخضع توصياتهم لكل من ظروف التشغيل ، والخدمة المطلوبة ، ودرجة الحرارة المتوقعة داخل وخارج النظام ، والضغط الذى يتحمله السائل الهيدروليكى ....إلخ.



الشكل (١ ـ ١٦)

وهناك بعض الخواص الطبيعية لأى سائل هيدروليكى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار السائل المناسب ، ونوجزها فيما يلى :

١ ـ اللزوجة Viscosity :

وتعتبر اللزوجة أحد الخواص الهامة المميزة للسائل ، وتعرف بأنها المقاومة الداخلية للسائل ، التى تمنع تدفق السائل ، فمثلاً : البنزين له لزوجة صغيرة تسمح بتدفقه بسهولة ، أما الجلسرين فله لزوجة كبيرة تقلل من تدفقه ، وعادة فإن لزوجة أى سائل تتأثر بتغير درجات الحرارة بطريقة عكسية ، واللزوجة المناسبة للأجهزة الهيدروليكية هى اللزوجة التى لا تسمح بإحداث تسربات نتيجة للخلوصات الموجودة . فحدوث تسربات يؤدى إلى فقد كبير فى الضغط فى الدائرة، وهذه التسربات تقل بزيادة اللزوجة ، وكذلك يجب ألا تزيد اللزوجة ؛ لأن ذلك يؤدى إلى احتكاك كبير للزيت عند تدفقه داخل المواسير ، فزيادة الاحتكاك تؤدى لفقد فى الطاقة الهيدروليكية فى صورة حرارة ، وهذا يؤدى إلى انخفاض الضغط فى الدائرة ، ويزيد من استهلاك القدرة ، ومن أهم الخواص الطبيعية للزيت هو التغير المحدود للزوجة عند درجات الحرارة المختلفة ؛ وكذلك الضغوط المختلفة ، وأكثر الزيوت المعدنية (البترولية) تفتقر لهذه الخاصية .

٢ ـ الثبات الكيمائى Chemical Stability :

وهذه الخاصية مهمة عند اختيار أى سائل هيدروليكى ، وتعرف على أنها درجة تحمل السائل للأكسدة والتحلل عند التشغيل لمدد طويلة ، وعادة فإن جميع السوائل الهيدروليكية تحدث بها تغيرات كيمائية عند ظروف التشغيل القاسية .على سبيل المثال عند عمل نظام هيدروليكى لمدة طويلة ، عند درجة حرارة مرتفعة .

ولذلك فإن درجة الحرارة من أهم العوامل التى تؤثر على عمر الزيت الهيدروليكى ويجب ملاحظة أن درجة حرارة السائل الهيدروليكى ، داخل الخزان لا تعطى انطباعاً عن درجة حرارة السائل في الأماكن المختلفة ، فيمكن أن تتواجد نقاط لها درجات حرارة مرتفعة مثل كراسى المحاور ، وعند أسنان المضخات الترسية ، وعند الخوانق ، وهذا قد يتسبب في إحداث كربنة فى الزيوت البترولية ، ويتلف الزيت عند اختلاطه مع الماء ، أو الأملاح أو أى شوائب أخرى خصوصاً عند ارتفاع درجة حرارته . ويمكن تحسين الخواص الكيمائية للزيوت بإضافة بعض المواد الكيميائية إليها .

٣ ـ خلوه من الحمضية Freedom From acidity :

يجب أن يكون السائل الهيدروليكى خالياً من أى حمضية ، والتى تسبب صدأ الأجسام المعدنية فى الدائرة الهيدروليكية .

٤ ـ نقطة الوميض Flash Point :

وهى درجة الحرارة التى عندها يتحول السائل إلى بخار يشتعل بمجرد تعرضه للهب ، ويفضل ارتفاع نقطة الوميض للسوائل الهيدروليكية .

٥ ـ درجة السمية Minimum Toxicity :

يجب أن تقل درجة السمية للزيت وذلك لمنع الحوادث التى قد تنجم عن ملامسة أى شخص للزيت ، أو وصول الزيت لعين أو فم المشتغلين بطريقة الخطأ ، ولذلك تهتم الشركات المصنعة للزيوت الهيدروليكية بأن تكون منتجاتها خالية من أى مواد كيمائية سامة .

١/٦/١ ـ أنواع السوائل الهيدروليكية :

إن السوائل الهيدروليكية فى الوقت الراهن تحتوى على زيوت معدنية ، وزيوت نباتية ، واستر فوسفات ، ومركب جليكول الإيثيلين ، وماء .

وعلى كل حال فإنه يمكن تقسيم أهم الزيوت الهيدروليكية تبعاً لنوع المحتوى الأعظم لها إلى : أكثرها ماء ـ أكثرها بترولاً ـ أكثرها مركبات كيمائية .

وأكثر هذه الأنواع انتشاراً هى السوائل الهيدروليكية البترولية ، ولكن عادة تستخدم الأنواع الأخرى كسوائل هيدروليكية مقاومة للحريق Fire Resistant حيث تستخدم فى الأماكن ذات ظروف الشغيل القاسية مثل المسابك حيث درجات الحرارة العالية ، وبالتالى تصبح الزيوت البترولية غير مناسبة للاستخدام لانخفاض

درجات حرارة الاشتعال الذاتى لها ، وأهم السوائل الهيدروليكية المقاومة للحريق ما يلى :

أ ـ محلول جليكول الماء Water Glycol Solution :

ويتكون هذا المحلول من مخلوط من الماء بنسبة 40:50% مع الإيثيلين ، أو البروبلين ، وكذلك جليكول البولى إيثيلين ، ويجب اختبار نسبة تواجد الماء فى هذا المحلول بصفة دورية حيث إن الماء يمكن أن يتبخر عند درجات الحرارة العالية ، علماً بأن الماء هو الوسط الذى يعطى هذا المحلول صفة ارتفاع درجة الحرارة التى يشتعل عندها ذاتياً ، والمحلول جليكول الماء عدة مميزات مثل : له رتبة لزوجة عالية (انظر الفقره ٣/٥/١) ، وله خواص تزييت عالية ، وجودته عالية عند تواجد الشوائب، غير انضغاطى وله كثافة عالية .

وعند استخدام هذا المحلول يجب أخذ الاعتبارات التالية فى الحسبان :

١ ـ عدم استخدام دهانات للسطح الداخلى للخزان .

٢ ـ تصمم سعة الخزانات لتصل إلى 8:10 مرات من معدل تدفق المضخة فى الدقيقة .

٣ ـ لا تتعدى درجة حرارة التشغيل عن 65 درجة مئوية .

٤ ـ سرعة السائل لا تزيد عن 3m/s .

٥ ـ سرعة المضخة يجب أن تتراوح بين 1000:1200 r.p.m .

٦ ـ لا تستخدم مضخات ترسية مع هذا المحلول .

٧ ـ ضغط التشغيل يتروواح بين 100:120 bar .

ب ـ سائل إستر الفوسفات Phosphate Ester Fluid :

ولهذا السائل عدة خصائص أهمهما :

ارتفاع درجة حرارة الاشتعال الذاتى .

له جودة عالية للتزييت .

له خواص جيدة عند وجود الشوائب .

له رتبة عالية ووزن نوعى منخفض .

ومن عيوبه أنه سام ويسبب تلوثاً للبيئة .

وعند استخدام هذا السائل يجب أخذ الاعتبارات التالية فى الحسبان :

١ ـ استخدام موانع تسريب مناسبة لجميع العناصر الهيدروليكية .

٢ ـ لاتستخدم دهانات للسطح الداخلى للخزان إلا فى حالات خاصة عند أخذ رأى المختصين .

٣ ـ الترشيح المستمر للسائل لزيادة كثافته .

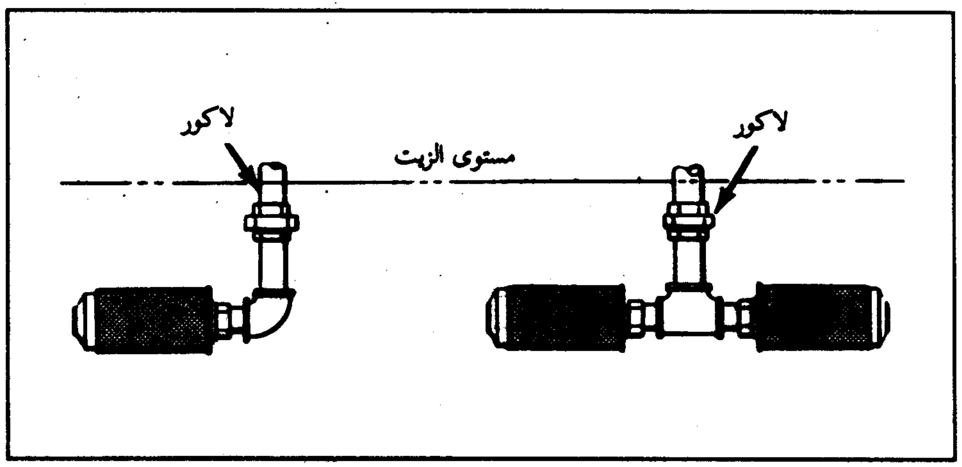
وتصل درجة حرارة التشغيل لسائل إستر الفوسفات إلى 100 درجة مئوية ، ولهذا السائل مقاومة كبيرة للتقادم ، ولايحتاج سوى اختبارات دورية على المحتوى المائى حيث يسبب وجود أى نسبة ماء ـ حتى ولو كانت صغيرة ـ تآكل العناصر الهيدروليكية المستخدمة .

ملاحظة :

يمكن الرجوع للفقرة ٣/١/٥ للتعرف على (أنواع ـ خواص) الزيوت البترولية (المعدنية) .

١/٧ ـ المصافى والمرشحات Strainer And Filters :

تستخدم كل من المصافى والمرشحات لتقليل الشوائب الموجودة فى الدائرة الهيدروليكية لدرجة مقبولة ،وبالتالى تمنع التآكل المتزايد للعناصر الهيدروليكية، والفرق الجوهرى بين المصافى والمرشحات هو أن المصافى تتخلص من جزيئات الشوائب الكبيرة فقط ، وعادة توصل المصافى مع خط السحب للمضخات بشرط عدم إعاقة تدفق الزيت للمضخات ، علماً بأنه يمكن استخدام أكثر من مصفاة بالتوازى معاً فى خط السحب للمضخة إذا كانت المصفاة الواحدة تسبب خنقاً لتدفق الزيت الهيدروليكى المسحوب ، والشكل (١/١٧) يوضح نموذجين مختلفين ، أحدهما لخط سحب لمضخة مزود بمصفاة واحدة ، والآخر لخط سحب لمضخة مزود بمصفاتين ، بحيث يمكن فك لاكور تجميع بخط السحب ، لفصل المصافى عند إجراء عمليات التنظيف .



الشكل (١ - ١٧)

أما المرشحات فهى تقوم بفصل جزيئات الشوائب الصغيرة الموجودة فى الزيت الهيدروليكى ، وهناك عدة عوامل لاختيار المرشح المناسب مثل : نوع الشوائب وحجمها ، وعدد جسيمات الشوائب فى $100\ cm^3$ ، وسرعة السائل الهيدروليكى فى الدائرة ، وضغط السائل الهيدروليكى .

وتقاس أحجام جسيمات الشوائب بالميكرون μm أى $10^{-6}\ m$. وهناك عدة تصميمات مختلفة من المرشحات موضحة بالشكل (١ ـ ١٨) وهى كما يلى :

١ ـ مرشح على شكل Y ‏(Y type) .

٢ ـ مرشح الوعاء (Pot type) .

٣ ـ مرشح على شكل T ‏(T type) .

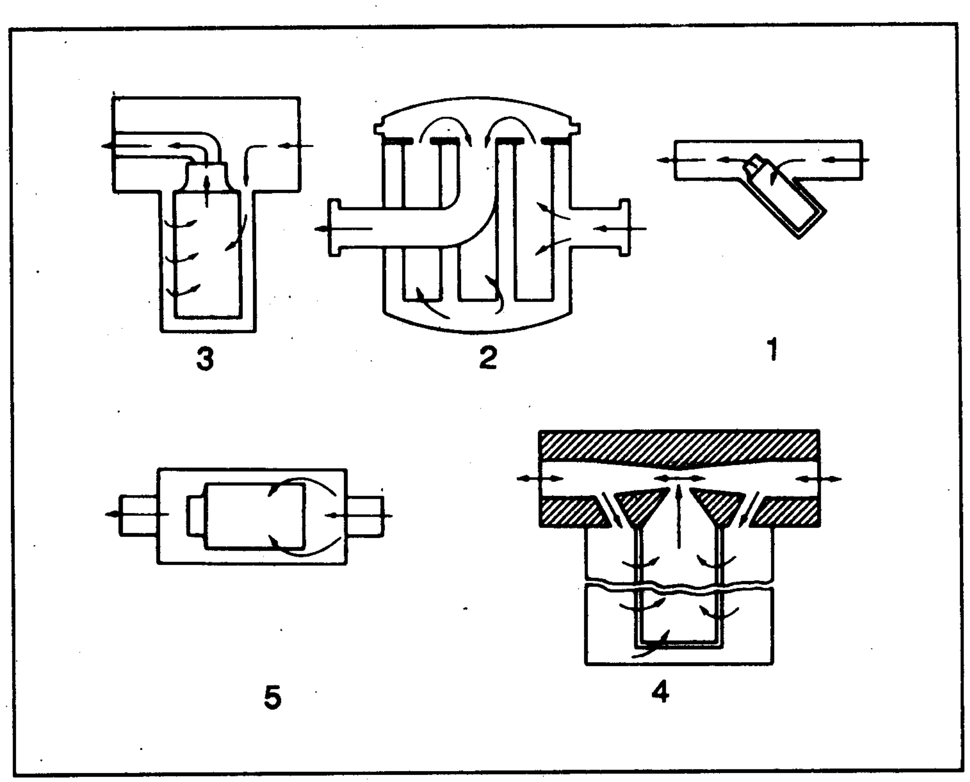
٤ ـ مرشح تناسبى (Proportional type) .

٥ ـ مرشح خطى (In Line Type) .

وهناك عدة أنواع من المرشحات من حيث مكانها بالدائرة الهيدروليكية مثل :

أ ـ مرشحات خط السحب : وهذه المرشحات تسمح بفصل الشوائب ذات أحجام تتراوح بين ($25:35\ \mu m$) وهى تركب فى خط سحب المضخة وعادة توصل هذه المرشحات بالتوازى مع صمام لارجعى (يسمح بمرور الزيت فى اتجاه واحد) يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح ، وذلك عند وصول الضغط 0.2 bar .

ب ـ مرشحات الضغط : حيث تثبت عادة عند مخرج خط الضغط للمضخة

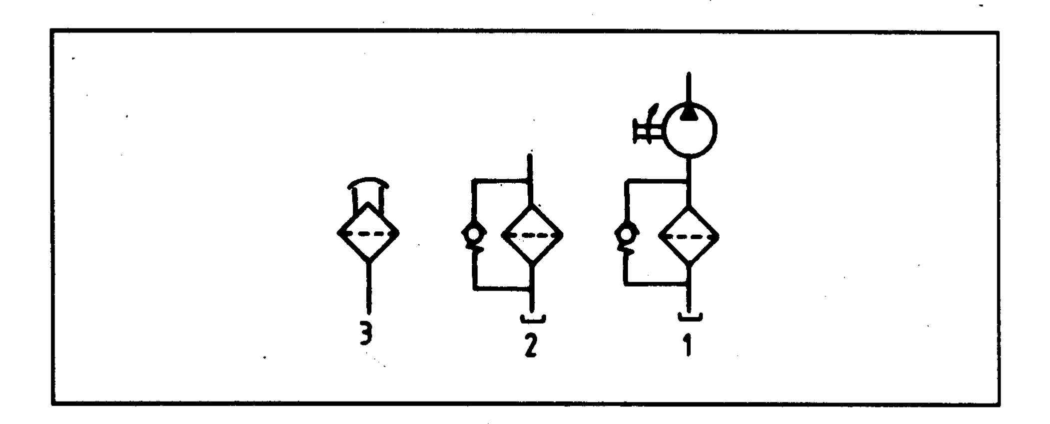


الشكل (١ - ١٨)

وهذه المرشحات لها القدرة على تحمل ضغط تشغيل الدائرة الهيدروليكية ، وحدود الترشيح لهذه المرشحات تتروح ما بين (1:10 µm) .

ج ـ مرشحات خط الراجع : وهى أكثر المرشحات انتشاراً واستخداماً حيث تعمل هذه المرشحات على تنقية الزيت الهيدروليكى الراجع من جميع العناصر الهيدروليكية بالدائرة قبل تجمعه فى الخزان ، وحدود الترشيح لهذه المرشحات يترواح بين (5:25 µm) . وعادة توصل هذه المرشحات بالتوازى مع صمام لارجعى بياى يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح ، علماً بأن سعة مرشحات خط الراجع تساوى فى العادة مرة ونصف على الأقل من سعة المضخة .

د ـ مرشحات التعبئة والتنفيس : وتستخدم لغرض ترشيح الزيت الهيدروليكى عند التعبئة ، وأيضاً لتنقية الهواء الداخل للخزان عند انخفاض مستوى الزيت داخل الخزان ، تترواح حدود الترشيح لهذه المرشحات عادة بين (25:35 µm) . وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة من المرشحات .



حيث إن :

الرمز 1 لمرشح خط سحب Suction Filter .

الرمز 2 لمرشح خط الراجع Drain Filter .

الرمز 3 لمرشح تعبئة وتنفيس Breath Filter.

أما بالنسبة للمواد المستخدمة فى صناعة عناصر ترشيح المرشحات فهناك أنواع مختلفة من هذه المواد مثل شبكات الأسلاك التى لا تصدأ ، والورق والألياف المعدنية وهكذا .

ملاحظة :

تستخدم ـ أحياناً ـ أجهزة انسداد كهربية للمرشحات تعطى إشارة كهربية عند انسداد المرشح .

١/٨ ـ المبردات والسخانات Coolers and Heaters :

تعمل الأنظمة الهيدروليكية بكفاءة عالية عند المحافظة على درجة حرارة السائل الهيدروليكى لها عند حدود معينة تختلف من سائل لآخر ، فمثلا : هناك سائل له حدود تشغيل (-55:135° C) ونوع آخر له حدود تشغيل (-32:60° C) . وعموماً فإن انخفاض درجة حرارة الزيت عن الحدود المسموح بها يؤدى إلى زيادة لزوجة الزيت ، وبالتالى تزداد مفاقيد الاحتكاك فى الدائرة .

بينما تؤدى زيادة درجة حرارة الزيت الهيدروليكى إلى انخفاض لزوجته وتحلله كيمائياً ، فتزداد الشوائب الموجودة فى الزيت ويفقد الزيت خواصه التى سبق أن

تناولناها فى الفقرة ٦/١ ، وللمحافظة على درجة حرارة الزيت الهيدروليكى فى الحدود المسموح بها يلزم استخدام مبردات وسخانات للزيت الهيدروليكى .

١/٨/١ ـ مبردات الزيوت الهيدروليكية :

يوجد نوعان من مبردات الزيوت الهيدروليكية هما :

١ ـ مبرد زيت هوائى (مبادل حرارى تبريد هواء) حيث يبرد الزيت بواسطة دفع هواء بمروحة تبريد تجاه مواسير مرور الزيت .

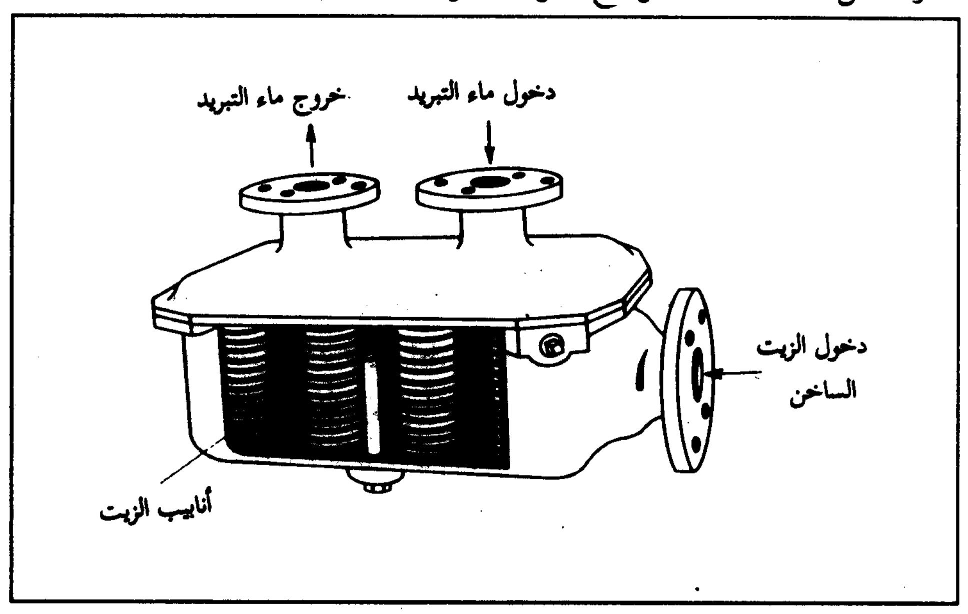
٢ ـ مبرد زيت مائى (مبادل حرارى تبريد ماء) .

وهناك نوعان من هذا المبرد وهما :

أ ـ المبرد ذو الوعاء حيث يمرر السائل الهيدروليكى داخل وعاء بينما يمر ماء التبريد داخل أنابيب موجودة بداخل الوعاء .

ب ـ المبرد ذو الأنابيب حيث يمر السائل الهيدروليكى داخل الأنابيب ، بينما يمر ماء التبريد خارج الأنابيب ، وتحتاج هذه الأنواع من المبردات إلى مصدر ماء متجدد .

والشكل (١ ـ ١٩) يوضح نموذجاً لمبرد ذى أنابيب .

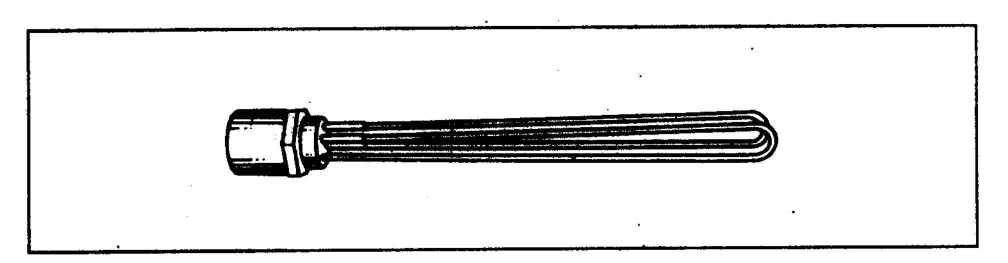


الشكل (١ ـ ١٩)

١/٨/٢ ـ سخانات الزيوت الهيدروليكية :

عادة تقوم السخانات برفع درجة حرارة الزيت فى الأجواء الباردة ، وهى عبارة عن ملفات تسخين كهربية ، تغمر داخل خزانات الزيت وتصمم ملفات السخانات بحيث لا تؤدى إلى رفع درجة حرارة الطبقة الملامسة لها فى الخزان عن الحدود المسموح بها ، مما يؤدى إلى تحلل هذه الطبقة ، وتكون رواسب غير مرغوب فيها ، لذلك فإن ملفات التسخين للسخانات تصمم بقدرة تسخين تتراوح ما بين ($0.5 : 2\ Watt/Cm^3$) للسطح الملامس له .

والشكل (١ـ٢٠) يوضح نموذجاً لأحد السخانات الكهربية التى تغمر فى الزيت .



الشكل (١ – ٢٠)

١/٩ ـ الخطوط الهيدروليكية وأدوات التوصيل

Hydraulic Lines and Fittings

تعد الخطوط الهيدروليكية وأدوات التوصيل فى غاية الأهمية للأنظمة الهيدروليكية ، وهناك عدة شروط يجب توافرها فى الخطوط الهيدروليكية وأدوات التوصيل يمكن إيجازها فيما يلى :

١ ـ يجب أن تكون الخطوط قوية تتحمل ضغط الزيت العالى فى الدائرة الهيدروليكية .

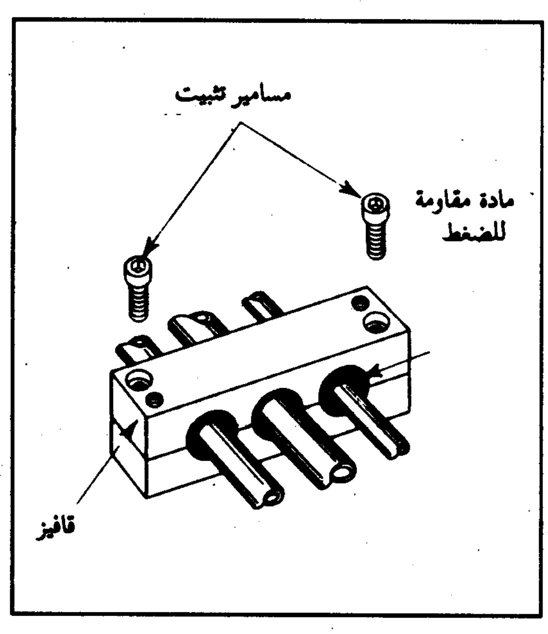
٢ ـ يجب وضع أدوات تجميع مثل لواكير التجميع عند جميع الوصلات ، والأجزاء التى نحتاج لتغييرها فى المستقبل .

٣ ـ يجب أن تكون ركائز الخطوط قادرة على إخماد الإهتزازات الناتجة عن قفزات الضغط التى تحدث عند حدوث تغير فى اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكى فى

الخطوط عند الصمامات الاتجاهية ، والشكل (١ ـ ٢١) يوضح نموذجاً لركيزة خطوط وهى على شكل قافيز .

٤ ـ يجب أن تكون الخطوط ذات أسطح داخلية ناعمة مما يقلل من الاحتكاك وكذلك تقلل من التدفق المضطرب (الدوامى) .

٥ ـ يجب أن تكون الخطوط بأحجام مناسبة تناسب معدل التدفق وسرعة الزيت فى الدائرة ، ويجب أن تكون خطوط خط الراجع كبيرة ؛ حتى لا تتسبب فى حدوث ضغوط عكسية .



الشكل ١ ـ ٢١

١/٩/١ ـ الخطوط الهيدروليكية Hydraulic Lines :

هناك ثلاثة أنواع من الخطوط الهيدروليكية وهى :

١ ـ المواسير الصلبة Rigid Pipes :

وهى تصنع عادة من الصلب ويمكن تقسيم هذه المواسير إلى :

مواسير قياسية Standard Pipes .

مواسير قوية جداً Extra strong Pipes .

مواسير بقوة مضاعفة Double Extra Strong Pipes .

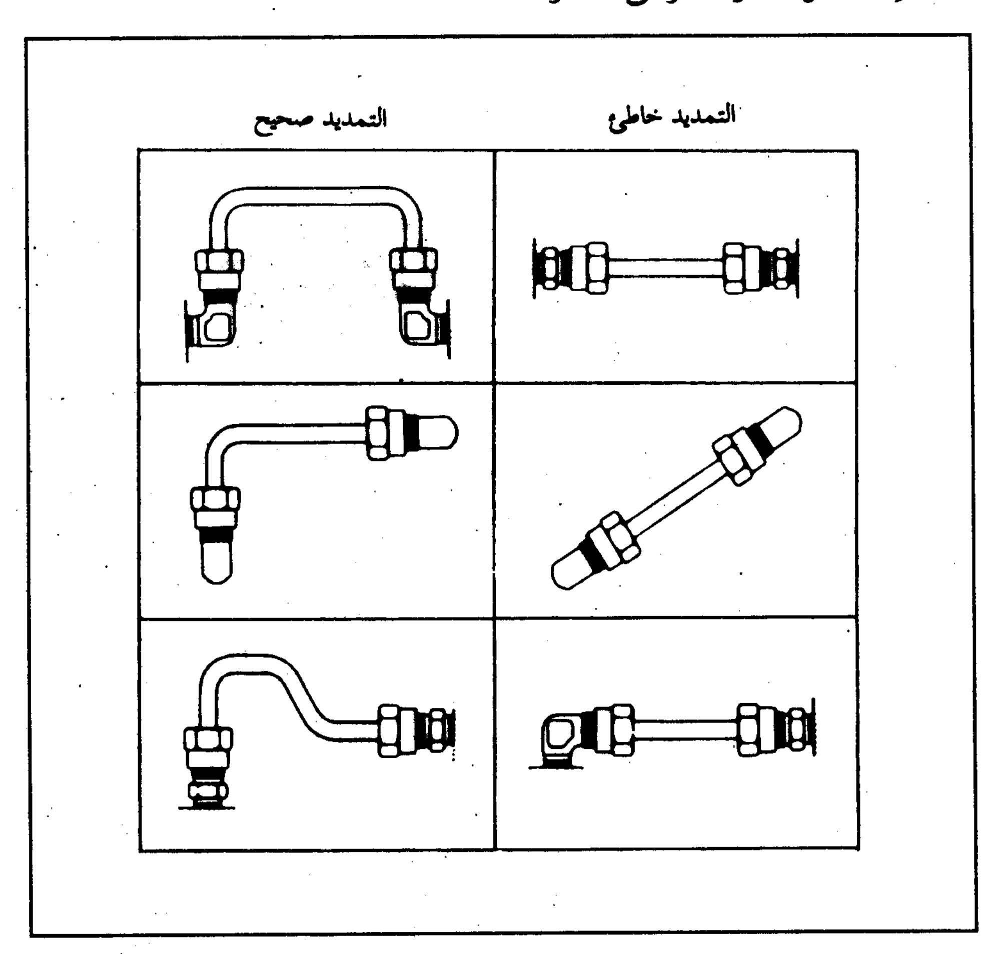
وجاء هذا التقسيم بناء على سمك جدران هذه المواسير ، وتتواجد هذه المواسير بأحجام مختلفة حيث إن حجم الماسورة يطابق عادة القطر الداخلى لها بالبوصة على سبيل المثال :....... ,1/8 ,1/2, 3/8, 1/2, 3/4, 1 .

٢ ـ الأنابيب شبه الصلبة Semi Rigid Tubes :

وهى تصنع عادة من الصلب المخمر المسحوب على البارد ، وتختار هذه الأنابيب بناء على عنصرين هامين وهما القطر الخارجى ، وسمك جدرانها .

وتحتاج هذه الأنابيب لعدد قليل من أدوات التوصيل ، وذلك لإمكانية عمل انحناءات بها ، والشكل (١ ـ ٢٢) يوضح طرق التركيب الصحيحة والخاطئة للأنابيب شبه الصلبة تبعاً لتوصيات شركة Weather Head Co., .

علماً بأن قطر انحناء الأنابيب الشبه صلبة يجب ألا يقل عن (2.5: 3D) ، حيث إن D هو القطر الخارجي للأنبوبة .

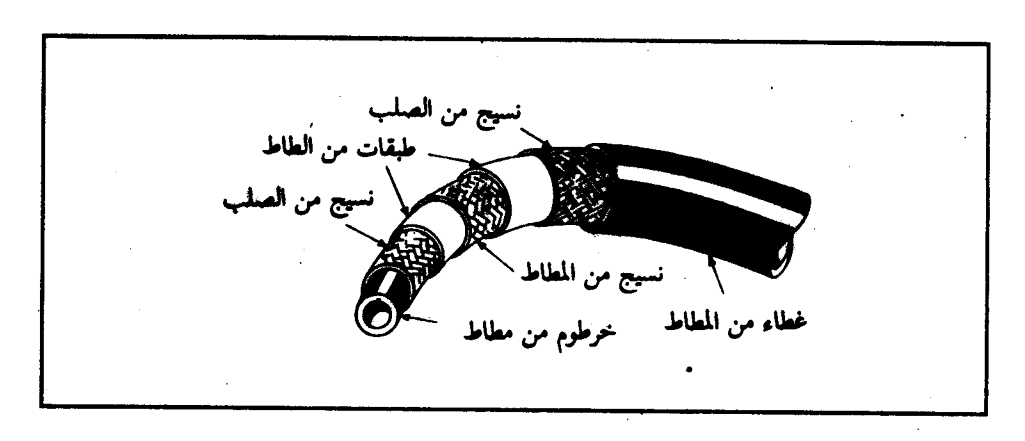


الشكل ١ ـ ٢٢

٣ ـ الخراطيم المرنة Flexible Hoses :

وتستخدم عند الحاجة لمرونة على سبيل المثال وصلات الاسطوانات المتحركة ، وأيضاً فى الأماكن التى تتعرض لاهتزازت شديدة ، لذلك تستخدم خراطيم مرنة

عند مداخل ومخارج المضخات الهيدروليكية وتصنع الخراطيم المرنة من المطاط الصناعى Sythetic Rubber وعادة تكون هذه الخراطيم مقواة بأنسجة من الصلب يختلف عددها تبعاً لضغط التشغيل للخرطوم فتزداد بزيادته ، والشكل (١ ـ ٢٣) يعرض نموذجاً لخرطوم من المطاط الصناعي مزود بثلاث طبقات تسليح ، ويترواح مدى درجات الحرارة لهذه الخراطيم بين (-40° C : 120° C) وتختار هذه الخراطيم بناء على قطرها الداخلى والخارجى ومواصفاتها الفنية .

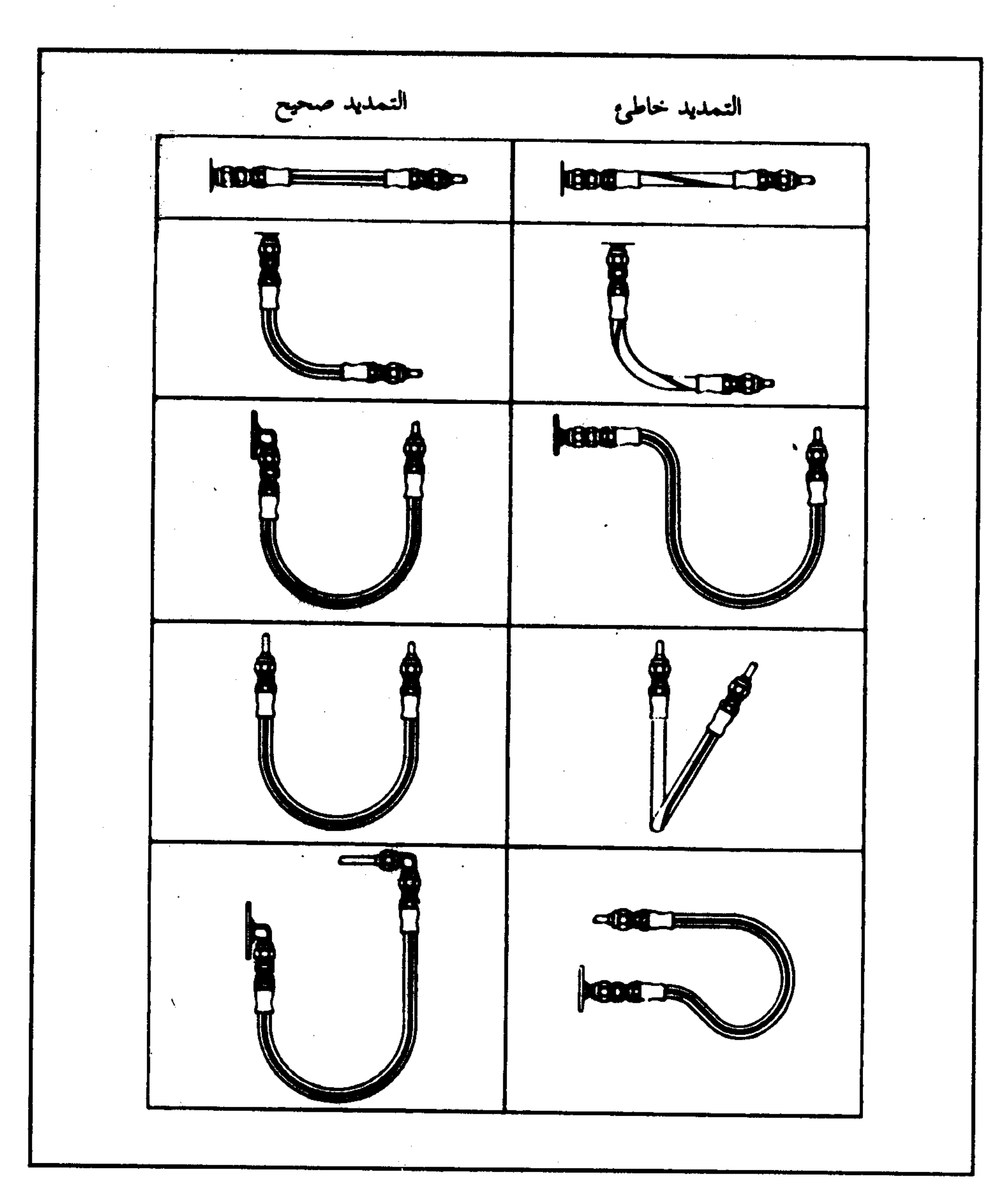


الشكل ١ ـ ٢٣

والشكل (١ ـ ٢٤) يبين الطريقة الصحيحة والخاطئة لتحديد الخراطيم المرنة تبعاً لتوصيات شركة Weather Head Co.، وكما هو واضح من هذا الشكل أنه يسمح بارتخاء الخراطيم أثناء تمديدها ، وذلك لتعويض النقص الناشئ عن مرور الزيت المضغوط بداخلها ، والذى قد يصل إلى 5% من طولها ، ويراعى أن يكون الشكل مقبولاً مع سهولة فك الوصلات ، ويراعى أن يكون نصف قطر الانحناء لايقل عن 5 مرات من القطر الخارجى لها .

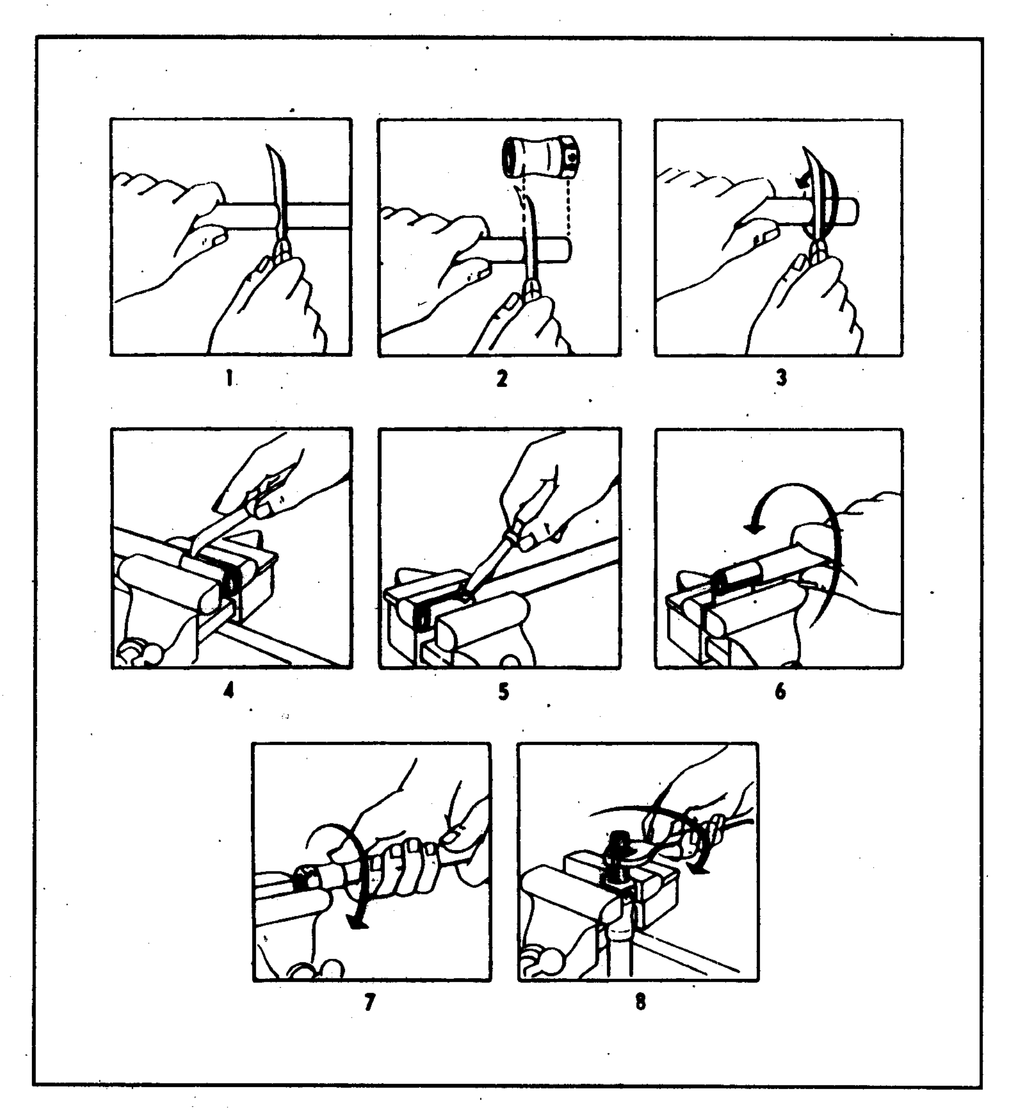
وتوجد الخراطيم المرنة فى صورتين كما يلى :

١ ـ خراطيم مرنة بمقاسات مختلفة مثبت فيها أدوات التوصيل .



الشكل ١ ـ ٢٤

٢ ـ خراطيم مرنة على شكل لفات ، ويقوم فنيو التركيب بتقطيع هذه الخراطيم بمقاسات مختلفة حسب الطلب ، وتثبيت الأدوات المطلوبة فيها . والشكل (١ ـ ٢٥) يوضح خطوات تثبيت الأدوات فى الخراطيم المرنة تبعاً لتوصيات شركة .Weather Head Co .



الشكل (١ ـ ٢٥)

١/٩/٢ ـ أدوات التوصيل Fittings :

يعتمد نوع أدوات التوصيل على قيمة الضغط ، كذلك نوع الخطوط المستخدمة وفيما يلى أهم الأدوات المستخدمة :

أولاً : أدوات التوصيل المقلوظة (المسننة) Threaded Connectors :

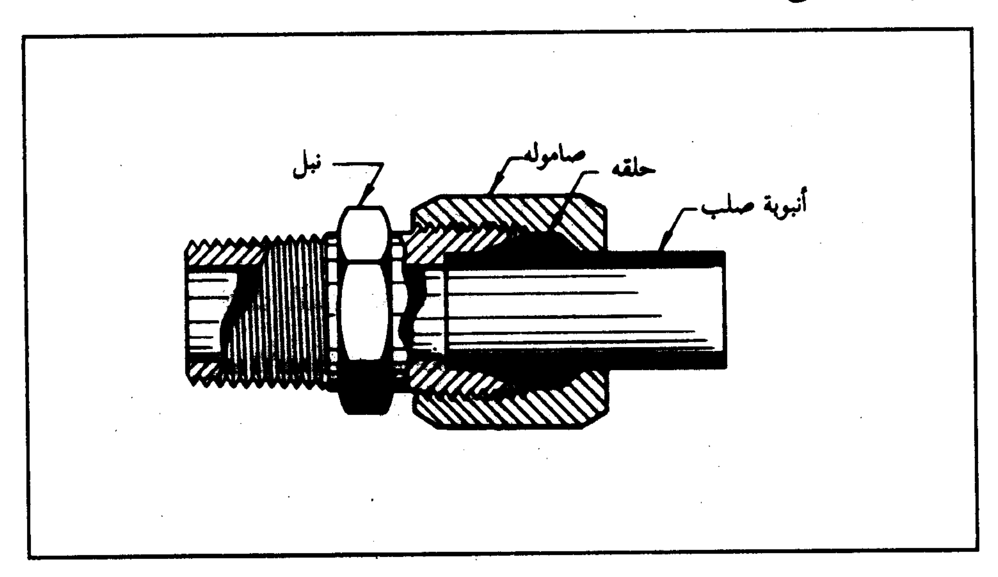
وتستخدم هذه الأدوات مع مواسير الصلب ، وفى هذه الحالة تكون أدوات

التوصيل مقلوظة ، وكذلك أطراف المواسير تكون مقلوظة ، تستخدم هذه الأدوات مع الضغوط المنخفضة ، وتصنع هذه الأدوات من الصلب علماً بأن هذه الأدوات تشبه إلى حد كبير الأدوات المستخدمة فى شبكات المياه مثل : التيه والكوع والنبل والجلبة اللاكور والصليب ..... إلخ .

ثانياً : أدوات التوصيل الانضغاطية Compression Conectors :

وتستخدم هذه الأدوات مع الأنابيب الشبه صلبة .

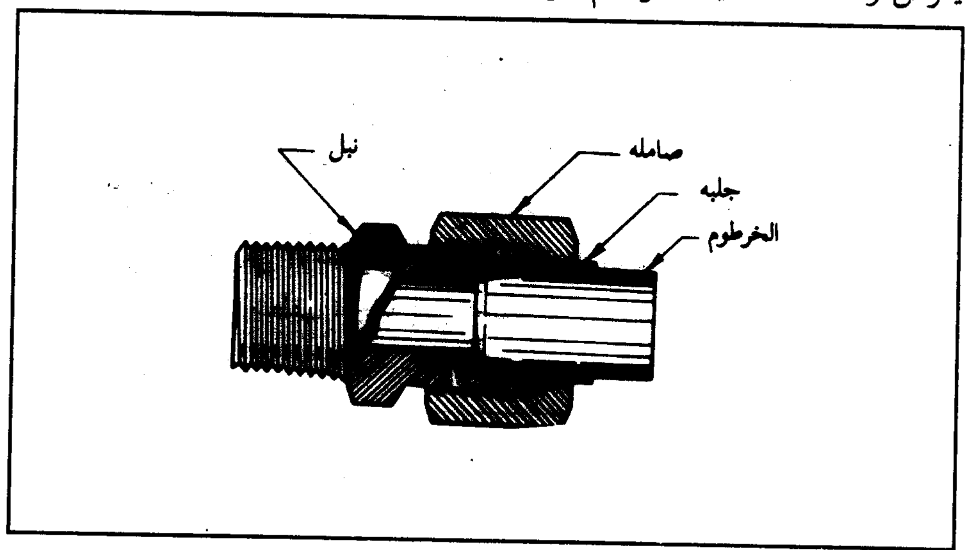
وتتكون الوصلة الإنضغاطية من نبل وجلبة أو حلقة وصامولة ، حيث توضع الأنبوبة شبه الصلبة داخل الصامولة، ثم بعد ذلك توضع الجلبة المسلوبة داخل الصامولة ، وبعد ذلك يتم تجميع الصامولة مع النبل ، فيضغط النبل على الحافة المشطوفة للجلبة (أو الحلقة) فتنسلخ الحافة الثانية للجلبة ؛ لتدخل فى الفراغ المحصور بين التخويش الأسطوانى للنبل ، والمحيط الخارجى للأنبوبة ، وتؤدى قوة ضغط الصامولة على شطف الجلبة إلى تثبيت الوصلة جيداً . و الشكل (١ ـ ٢٦) يعرض قطاعاً فى وصلة انضغاطية .



الشكل (١ - ٢٦)

ثالثاً : أدوات توصيل الخراطيم المرنة Flexible Hose Connectors :

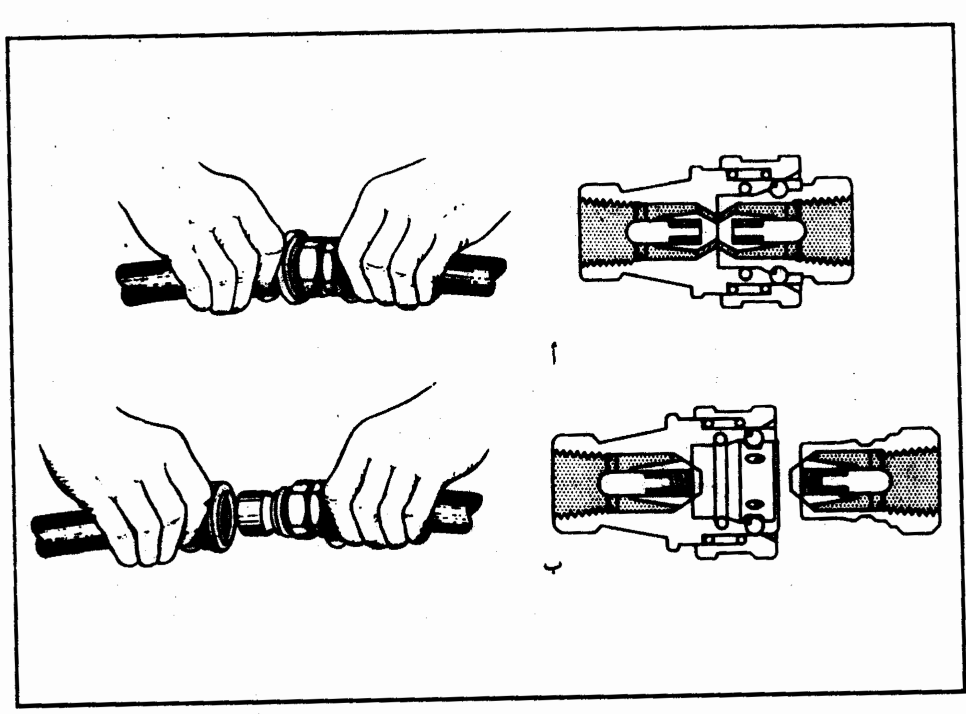
عادة فإن خراطيم الضغط الفائق Extra High Pressure تكون مزودة بوصلاتها من قبل الشركات المصنعة ، أما وصلات خراطيم الضغط المنخفض والمتوسط والعالى أحياناً ، فيمكن تثبيتها في الموقع ، وهذه الوصلات أشبه ما تكون بالوصلات الانضغاطية المستخدمة فى الأنابيب شبه الصلبة . والشكل (١ ـ ٢٧) يعرض وصلة انضغاطية للخراطيم المرنة .



الشكل (١ ـ ٢٧)

رابعاً : الوصلات السريعة Quick - Disconect Couplings :

وتستخدم هذه الأدوات عادة مع الخراطيم المرنة وتتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسرب للسائل الهيدروليكى من الدائرة . وأكثر الوصلات السريعة المستخدمة فى الأنظمة الهيدروليكية تتكون من جزئين يتم ربطهما معاً وذلك بواسطة صامولة تجميع ، وكل طرف من طرفى الوصلة يحتوى على صمام لا رجعى . انظر الفقرة (١/٥/٢) يكون مفتوحا عندما تكون الوصلة مجمعة. والشكل (١ ـ ٢٨) يعرض نموذجاً لوصلة سريعة أثناء تجميعها (الشكل أ) وأثناء فكها (الشكل ب) .



الشكل (١ ـ ٢٨)

وفيما يلى رموز الوصلات السريعة :

فالرمز 1 لوصلة سريعة مفكوكة ، والرمز 2 لوصلة سريعة مجمعة

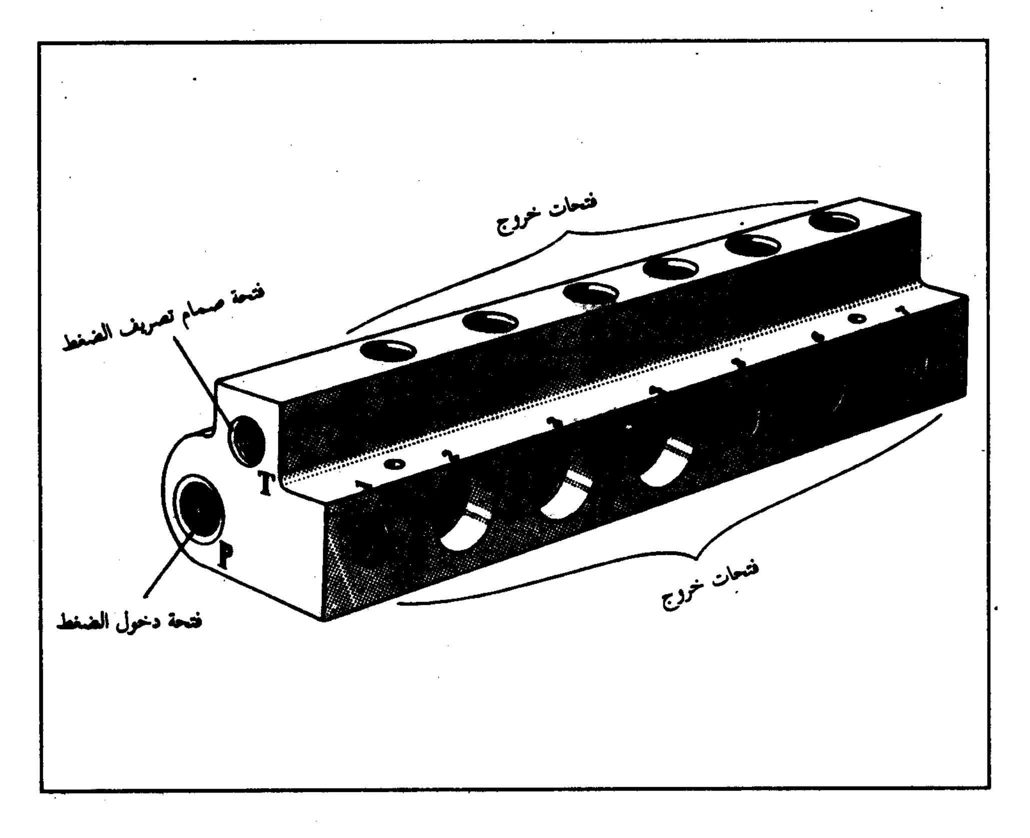
2 1

خامساً: الموزعات Manifolds :

تستخدم الموزعات فى بعض الأنظمة الهيدروليكية فى خطوط الضغط أو خطوط الراجع ، وتعتبر الموزعات أماكن تفريع متعددة الأفرع ، تستخدم للتقليل من الوصلات والمواسير ، فتعمل على الحد من التسربات ، وتستخدم الموزعات فى الأنظمة التى تحتوى على مجموعة من الدوائر الفرعية ، فيوصل خط الضغط للمضخة بالموزع وتوصل مخارج الموزع بالدوائر الفرعية لتغذيتها بالزيت المضغوط ،

ويمكن استخدام الموزعات فى خطوط العادم حيث توصل خطوط العادم للدوائر الفرعية (القادمة من الصمامات الاتجاهية) مع فتحات دخل الموزع ويجمع الزيت الراجع فى الموزع ويعود للخزان من خلال فتحة خرج الموزع ، وأحياناً تزود الموزعات بصمامات لارجعية وصمامات تصريف ضغط ومرشحات ... إلخ .

وفى الشكل (١ ـ ٢٩) نموذج لموزع بسيط ،ويحتوى هذا الموزع على مدخل واحد للضغط P ومجموعة مخارج ضغط وهى 1,2,...7 ويمكن إلغاء أى مخرج بواسطة استخدام طبة مقلوظة ويستخدم هذا الموزع مع الأنظمة والتى تحتوى على مجموعة من الدوائر الفرعية لتوزيع السائل المضغوط على هذه الدوائر الفرعية، وتوصل الفتحة T بصمام تصريف ضغط ثم بالخزان ؛ لتصريف الضغط الزائد ، وسوف نتناول ذلك بالتفصيل فى الباب الثانى .



الشكل (١ ـ ٢٩)

الباب الثانى
عناصر الفعل والتحكم الهيدروليكية

عناصر الفعل والتحكم الهيدروليكية

٢/١ ـ المحركات الهيدروليكية Fluid Motors :

تستخدم المحركات الهيدروليكية للحصول على حركة دورانية ، وتتروام سرعتها بين 5:6000 rpm ، وتتشابه كل من المحركات والمضخات الهيدروليكية فى أنواعها وتصميماتها مع اختلاف مبدأ التشغيل حيث إن المحركات تقوم بتحويل الطاقة الهيدروليكية لطاقة دورانية ، بينما تقوم المضخات بتحويل الطاقة الدورانية لطاقة هيدروليكية وتنقسم المحركات الهيدورليكية إلى :

أ ـ محركات ثابتة الإزاحة (الحجم الهندسى) أهم أنواعها ما يلى :

١ ـ محركات ترسية ، وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة .

٢ ـ محركات ريشية ، وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة .

٣ ـ محركات مكبسية نصف قطرية ، وهى محركات ذات عزوم عالية وسرعات منخفضة .

٤ ـ محركات مكبسية محورية ، وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة .

ب ـ محركات متغيرة الإزاحة (الحجم الهندسى) وأهم أنواعها :

المحركات المكبسية المحورية متغيرة السرعة . والجدول (٢ ـ ١) يوضح المواصفات الفنية للأنواع المختلفة للمحركات الهيدروليكية المتوفرة فى الأسواق .

الجدول (٢ ـ ١)

نوع المحرك	الحجم الهندسى CC/rev	الضغط bar	العزم N.M	السرعة r.p.m
محركات ترسية	5:100	حتى 2/0	حتى 200	300:6000
محركات ريشية	20:50	35:175	حتى 80	100:3000
محركات مكبسية نصف قطرية	30:5300	حتى 320	حتى 24300	300:400
محركات مكبسية محورية	10:2000	حتى 400	حتى 11000	حتى 6000

وفيما يلى رموز المحركات الهيدروليكية .

4 3 2 1

حيث إن :

الرمز 1 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاه واحد .

الرمز 2 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاهين .

الرمز 3 لمحرك بسرعة قابلة للمعايرة ويدور فى اتجاه واحد .

الرمز 4 لمحرك بسرعة قابلة للمعايرة ويدور فى اتجاهين .

وهناك استخدامات كثيرة للمحركات الهيدروليكية فهى ، تستخدم كمصدر حركة لمعدات الخدمة الشاقة مثل البلدوزرات والروافع .... إلخ ، وتستخدم كعناصر إدارة للمكابس والدرافيل ومعدات التعدين ، والمعدات المستخدمة فى هندسة السفن... إلخ .

٢/٢ـ الاسطوانات الهيدروليكية Hydraulic Cylinders :

تعد الاسطوانات الهيدروليكية أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة فى خط مستقيم أو حركة ترددية ، وبالرغم من وجود اختلافات كثيرة فى تصميم الاسطوانات وتطبيقاتها إلا أنه يمكن تقسيم الاسطوانات إلى نوعين رئيسيين وهما :

١ ـ الأسطوانات الأحادية الفعل Single acting Cylinders ، وهى اسطوانات تعطى قوة دفع فى اتجاه واحد ، وهو اتجاه الذهاب (التقدم) .

٢ ـ الاسطوانات الثنائية الفعل Double actig cylinders ، وهى اسطونات تعطى قوة دفع فى اتجاهين ، وهما اتجاه الذهاب واتجاه العودة .

٢/٢/١ ـ الاسطوانات الأحادية الفعل :

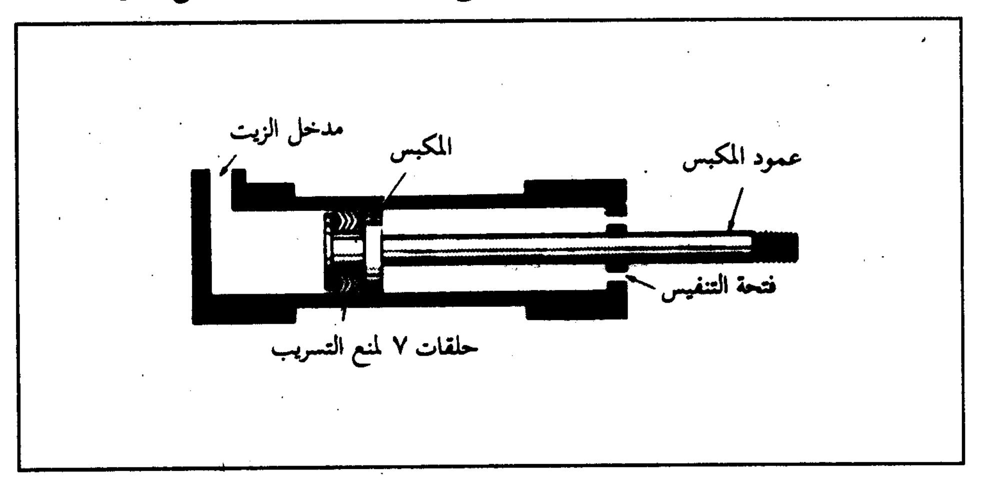
وهذه الاسطوانات قادرة على إعطاء قوة دفع فى اتجاه الذهاب فقط ، وهناك

نوعان من هذه الاسطوانات وهما :

١ ـ اسطوانة أحادية الفعل بدون ياى رجوع .

٢ ـ اسطوانة أحادية الفعل بياى رجوع .

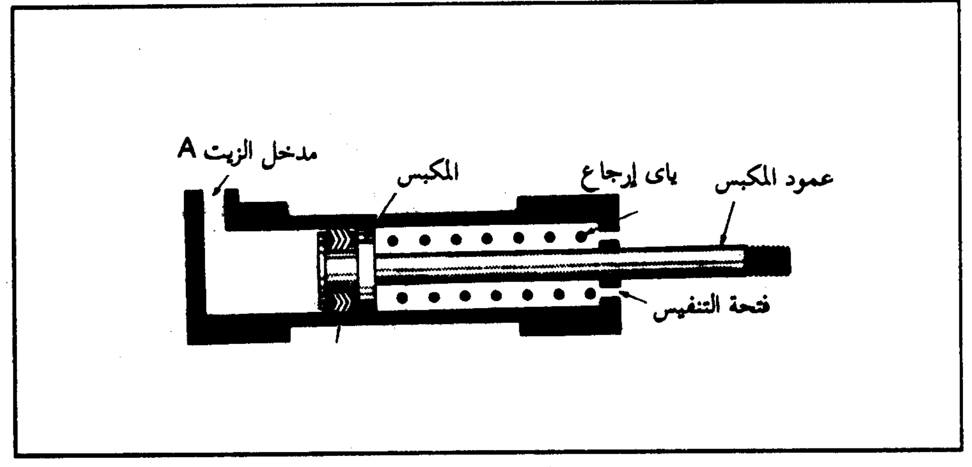
والشكل (٢ ـ ١) يعرض قطاعا فى اسطوانة أحادية الفعل بدون ياى ،



الشكل ٢ ـ ١

أما الشكل (٢ ـ ٢) فيعرض قطاعا فى اسطوانة أحادية الفعل بياى رجوع .

وبصفة عامة فإنه عند السماح للزيت المضغوط بالدخول من فتحة الاسطوانة يندفع المكبس للأمام ، وعند انقطاع الزيت المضغوط عن فتحة الاسطوانة يعود المكبس للخلف بفعل الجاذبية الأرضية تحت تأثير حمل خارجى .



الشكل ٢ ـ ٢

(للاسطوانات عديمة اليای عند وضعها رأسياً) أو بفعل ياى الرجوع (فى حالة الاسطوانات ذات اليای) . ويلاحظ وجود فتحة تنفيس فى غرفة عمود مكبس الاسطوانات أحادية الفعل لخروج الهواء الموجود أمام المكبس عند تقدم المكبس للأمام ، مما يسهل تقدم الاسطوانة فى حين يتعسر التقدم عند انسدادها .

معادلات تشغيل الاسطوانات الأحادية الفعل :

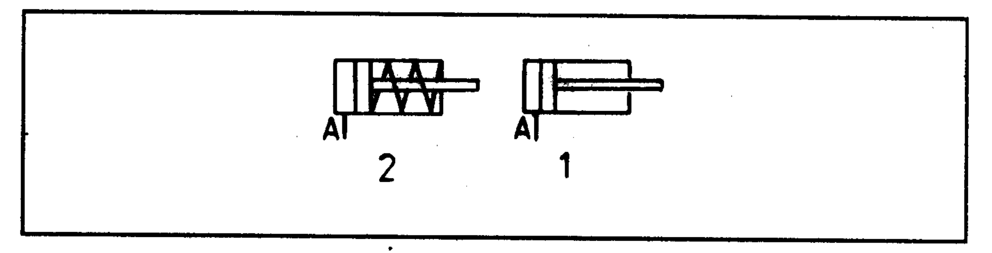
$$F = P.A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

حيث إن :

قوة الدفع عند الذهاب	F	مساحة مقطع المكبس	A
ضغط الزيت	P	معدل تدفق الزيت للاسطوانة	Q
سرعة المكبس	V		

وفيما يلى رموز الاسطوانات الأحادية الفعل :



حيث إن :

الرمز 1 لاسطوانة أحادية الفعل بدون ياى إرجاع .

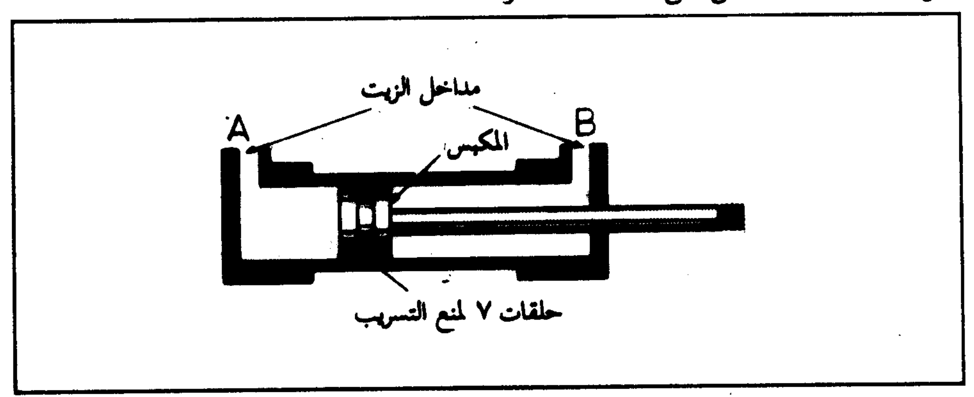
الرمز 2 لاسطوانة أحادية الفعل بياى إرجاع .

٢/٢/٢ ـ الاسطوانات الثنائية الفعل :

وهى اسطوانات تعطى قوة دفع للأحمال فى اتجاه الذهاب والعودة ، وتعتبر الاسطوانات الثنائية الفعل أكثر الاسطوانات انتشاراً ، والشكل (٢ ـ ٣) يعرض قطاعاً لاسطوانة ثنائية الفعل .

فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A يتقدم مكبس الاسطوانة

للأمام ، ليخرج الزيت المتواجد أمام المكبس من الفتحة B ، بينما إذا سمح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B يتراجع مكبس الاسطوانة للخلف ليخرج الزيت المتواجد خلف المكبس من الفتحة A ، وهكذا .



الشكل ٢ ـ ٣

معادلات الاسطوانات الثنائية الفعل :

عند العودة	عند الذهاب
$F_2 = P.A_2$ $V_2 = \frac{Q}{A_2}$ $A_2 = \frac{\pi\ (D^2 - d^2)}{A_2}$	$F_1 = P.A_1$ $V_1 = \frac{Q}{A1}$ $A_1 = \frac{\pi D^2}{4}$

حيث إن :

قوة دفع الاسطوانة عندالذهاب والعودة بالترتيب F_2 , F_1

مساحة المكبس والمساحة الحلقية للمكبس بالترتيب A_2 , A_1

سرعة المكبس عند الذهاب والعودة بالترتيب V_2 , V_1

ضغط الزيت P

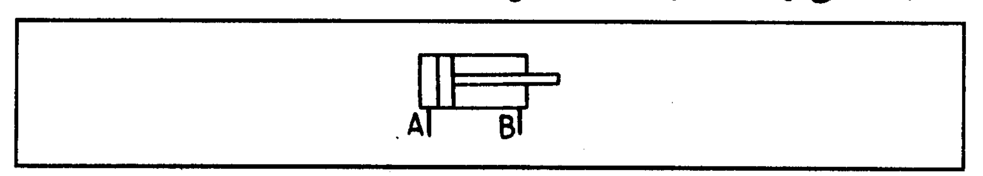
القطر الداخلى للاسطوانة أو قطر المكبس D

قطر عمود الاسطوانة d

النسبة التقريبية وتساوى 30.14 TT

ويلاحظ من المعادلات السابقة أن قوة دفع الاسطوانة عند الذهاب F_1 أكبر من قوة دفع الاسطوانة عند العودة F_2 ، وسرعة الاسطوانة عند الذهاب V_1 أصغر من سرعة الاسطوانة عند العودة V_2.

وفيما يلى رمز الاسطوانة ثنائية الفعل .



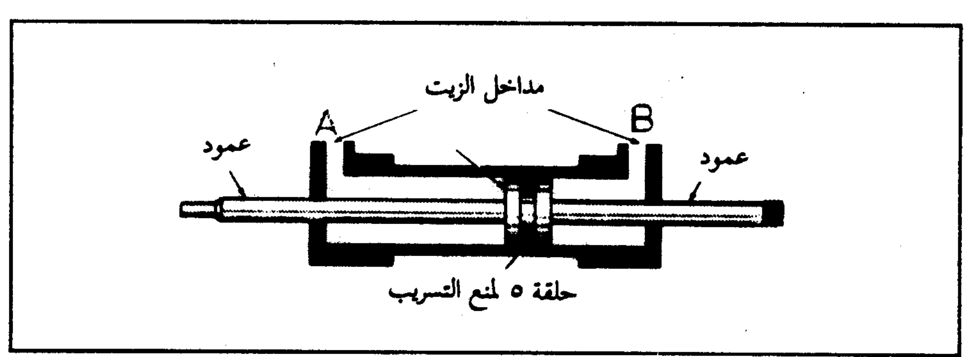
٢/٢/٣ ـ الاسطوانات ذات التصميمات الخاصة :

هناك عدة أنواع من الاسطوانات ذات التصميمات الخاصة ومن أهمها :

أولاً : اسطوانة بذراعى دفع على جانبها :

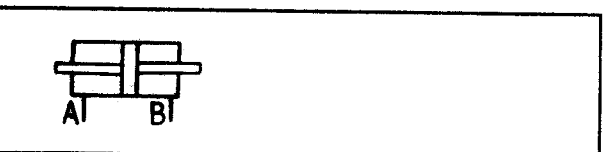
Double Ended Pistonrod Cylinders

والشكل (٢ – ٤) يعرض قطاعاً فى أحد التصميمات الخاصة بهذا النوع من الأسطوانات وكما هو واضح أن المساحة الفعالة فى اتجاه الذهاب A_1 تساوى المساحة الفعالة فى اتجاه العودة A_2 وبالتالى تتساوى قوة الدفع عند الذهاب والعودة وكذلك تتساوى سرعة المكبس عند الذهاب والعودة .



الشكل ٢ ـ ٤

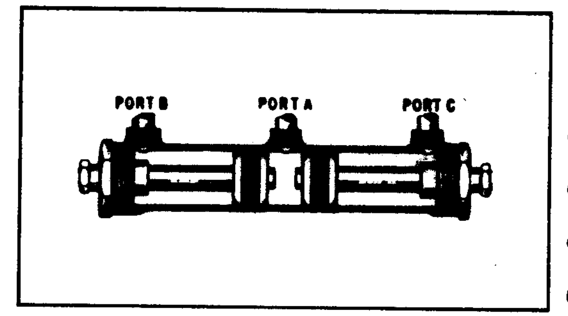
وفيما يلى رمز اسطوانة بذراعى رفع على جانبيها .



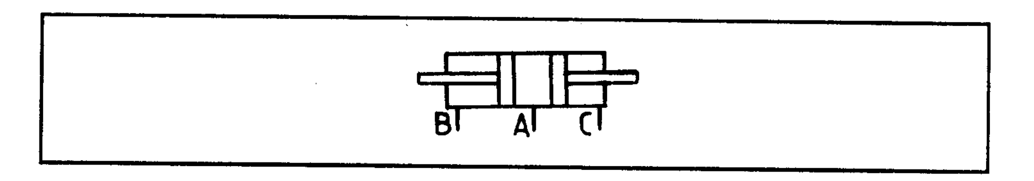
ثانياً : اسطوانة بثلاثة مداخل :

Three Port - double - acting cylinder

الشكل (٢ ـ ٥) يعرض قطاعاً فى أحد التصميمات الخاصة بهذا النوع من الاسطوانات ، فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A تتقدم المكابس للخارج ، ويخرج الزيت الراجع من الفتحة B , C . أما عند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B , C تتراجع المكابس للداخل ، ويخرج الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة A . وفيما يلى رمز اسطوانة بثلاثة مداخل :



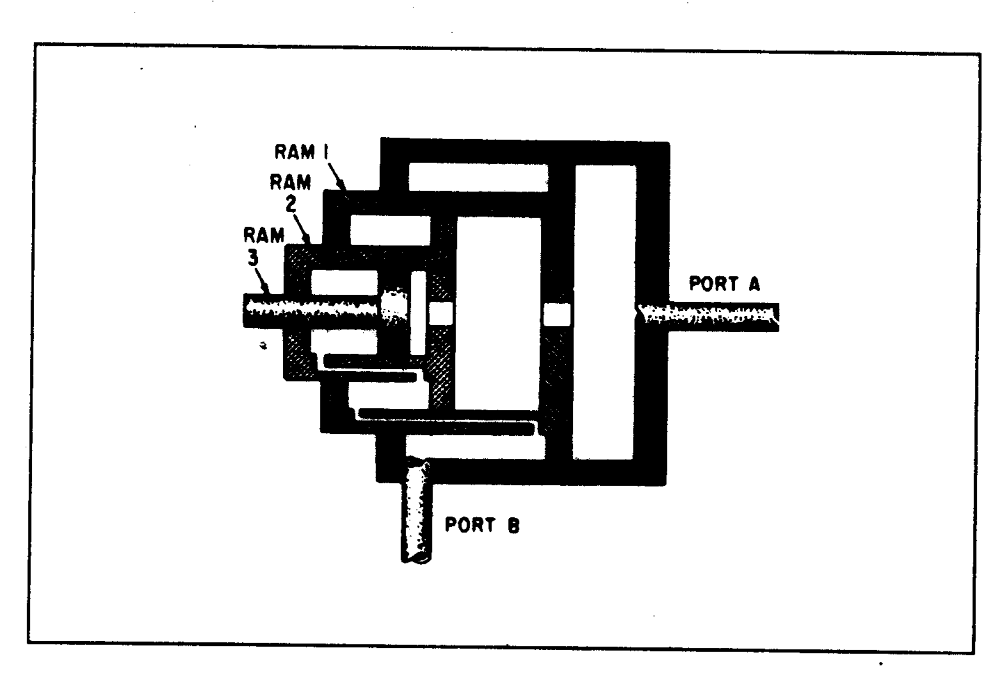
الشكل ٢ ـ ٥



ثالثاً : الاسطوانة التلسكوبية : Telescoping cylinder

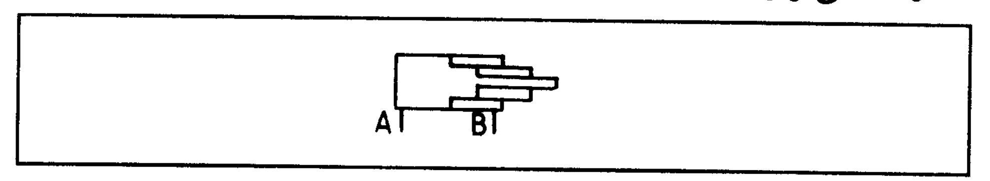
الشكل ٢ ـ ٦ يعرض تصميماً لاسطوانة تلسكوبية بثلاثة مكابس متداخلة وعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A يتقدم المكبس 1 ثم 2 ثم 3 ، أما عند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B يتراجع المكبس 3 ثم 2 ثم 1 .

وهناك استخدمات كثيرة لهذه الاسطوانات نذكر منها المعدات المتنقلة مثل العربات ذات القلابات والبلدوزرات والحفارات ... إلخ .



الشكل (٢ - ٦)

وفيما يلى رمز الاسطوانة التلسكوبية



رابعاً : الاسطوانة ذات المكابس المتتالية :

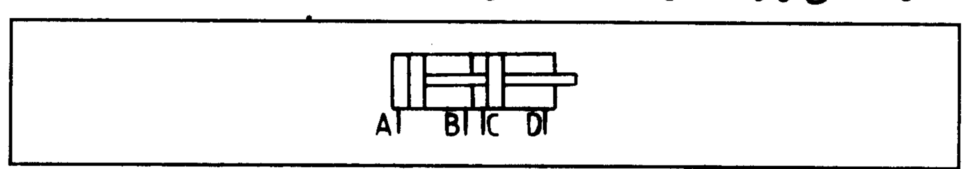
Tandem actuating cylider

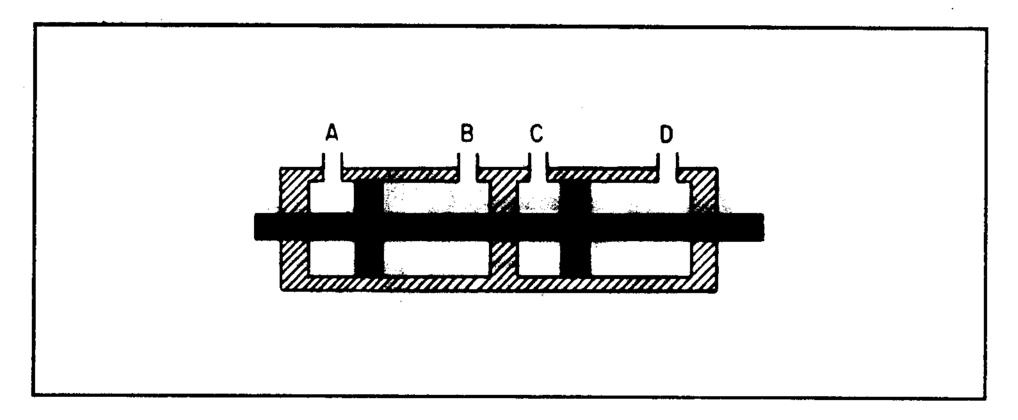
الشكل (٢ ـ ٧) يعرض قطاعاً لاسطوانة بمكبسين متتاليين ، وتتكون الاسطوانة ذات المكابس المتتالية عادة من مكبسين أو أكثر داخل اسطوانة واحدة ولكل مكبس غرفة مستقلة به مزودة بمدخلين ، وغرفة المكبس الأيسر مزودة بالمدخلين A , B وغرفة المكبس الأيمن مزودة بالمدخلين C , D ، وتستخدم هذه الاسطوانات للحصول على قوة دفع كبيرة بحجم صغير للاسطوانة حيث إن قوة الدفع فى الاتجاهين (الذهاب والعودة) يتم الحصول عليها من المعادلة التالية :

$$F = P\ (A_1 + A_2)$$

حيث إن A1 هى المساحة الحلقية لمكبس الغرفة اليسرى ، A2 هو المساحة الحلقية لمكيس الغرفة اليمنى ، فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A , C تتقدم المكابس جهة اليمين ، وعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B , D تتراجع المكابس جهة اليسار .

وفيما يلى رمز الاسطوانة ذات المكابس المتتالية .





الشكل (٢ - ٧)

خامساً : الاسطوانات ذات الخمد Cushioned actuating cylinders

تستخدم الاسطوانات ذات الخمد لتقليل سرعة الاسطوانة فى نهاية شوط الذهاب أو العودة ، لمنع حدوث اصطدام للمكبس مع جسم الاسطوانة فى نهاية الشوط . وهناك عدة أنواع من هذه الاسطوانات وهى كالآتى :

١ ـ اسطوانة ذات خمد ثابت فى اتجاه الذهاب .

٢ ـ اسطوانة ذات خمد ثابت فى اتجاه العودة .

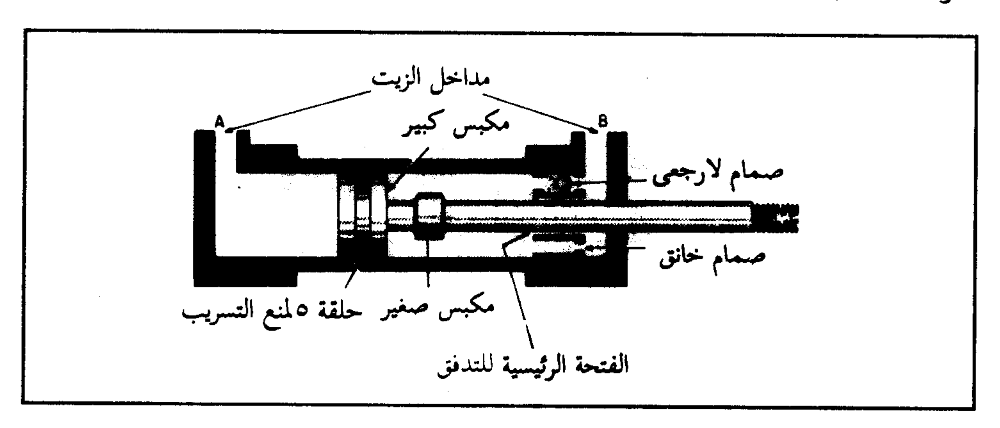
٣ ـ اسطوانة ذات خمد ثابت فى اتجاه الذهاب والعودة .

٤ ـ اسطوانة ذات خمد قابل المعايرة فى اتجاه الذهاب .

٥ ـ اسطوانة ذات خمد قابل المعايرة فى اتجاه العودة .

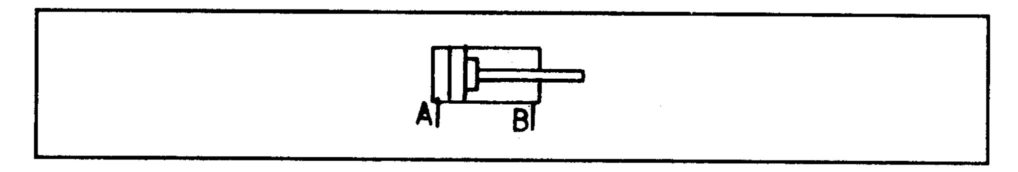
٦ ـ اسطوانة ذات خمد قابل المعايرة فى اتجاه الذهاب والعودة .

الشكل (٢ ـ ٨) يعرض قطاعاً فى اسطوانة بخمد ثابت فى اتجاه الذهاب تحتوى هذه الأسطوانة على صمام لارجعى يسمح للزيت بالمرور فيه فى شوط العودة فقط وصمام خانق ، لخنق الزيت ، فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A يتقدم المكبس بسرعة ، وبمجرد دخول المكبس الصغير داخل مبيته ينغلق المبيت والذى يمثل الفتحة الرئيسية للزيت المتدفق فيمر الزيت المتبقى أمام المكبس من خلال الصمام الخانق ببطء فتقل سرعة مكبس الاسطوانة فى نهاية شوط الذهاب .



الشكل (٢ - ٨)

وفيما يلى رمز اسطوانة ثنائية الفعل بخمد ثابت فى اتجاه الذهاب :

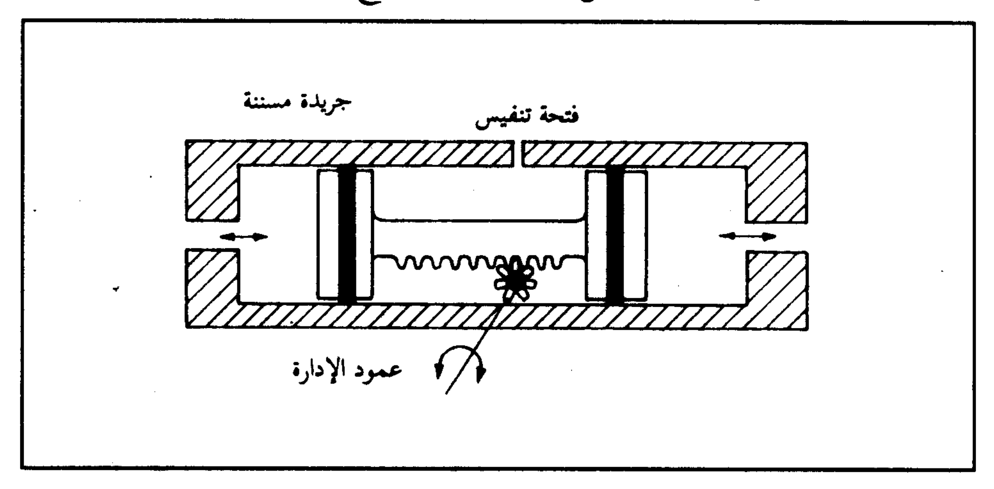


ملاحظة :

سوف نتعرض لطريقة عمل الصمام اللارجعى ، والصمام الخانق فى الفقرة٢/٥ .

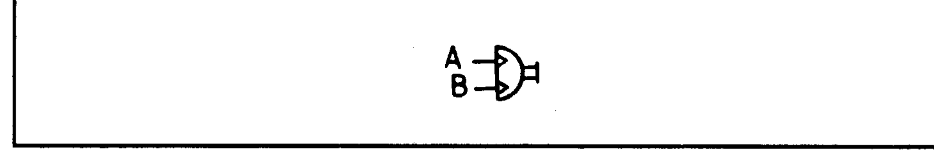
سادساً : الاسطوانات الدوارة Rotary Cylinders :

تصمم هذه الاسطوانات للحصول على حركة دورانية محدودة وتكون زاوية دوران أعمدة هذه الاسطوانات أقل من 360 درجة ، وبالطبع هناك تصميمات مختلفة لهذه الاسطوانات ، والشكل (٢ ـ ٩) يوضح أحد هذه التصميمات .



الشكل (٢ - ٩)

وتتكون من جريدة مسننة تصل مكبسين معاً داخل غلاف الاسطوانة ، وعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من أحد مدخلى الاسطوانة يتحرك المكبسان ، ومعهما الجريدة المسننة فتقوم هذه الجريدة بإدارة ترس صغير معشق معها ، ويعتمد اتجاه دوران الاسطوانة الدوارة على اتجاه التدفق ، وفيما يلى رمز الاسطوانة الدوارة .



سابعاً : اسطوانات تكبير الضغط Intensifiers (Boosters) :

تقوم اسطوانات تكبير الضغط بتحويل القدرة الهيدروليكية ذات الضغط المنخفض إلى قدرة هيدروليكية ذات ضغط عالٍ ، وهى عادة تستخدم عند الحاجة لقوة كبيرة جداً لمسافة قصيرة ، كما هو الحال فى بعض المكابس ، وماكينات

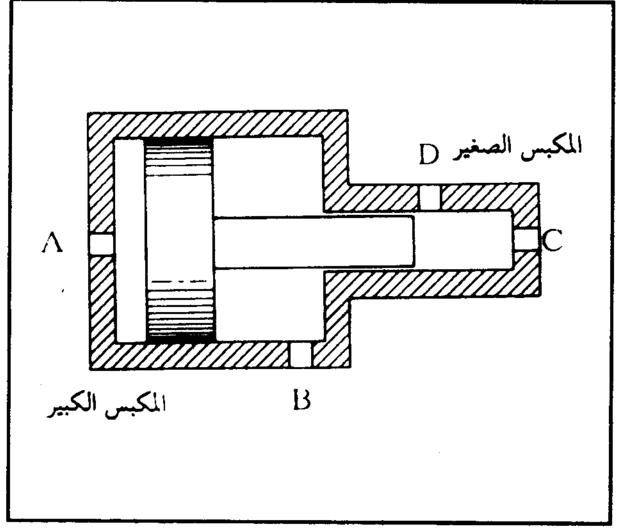
البرشمة ، وماكينات اللحام النقطى ، وهكذا .

والشكل (٢ ـ ١٠) يوضح قطاعاً لاسطوانة تكبير ضغط هيدروليكية . فعند السماح للزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية بالدخول من الفتحة A يتحرك المكبس الكبير والمكبس الصغير معاً للأمام فنحصل على ضغط كبير جداً للزيت الخارج من الفتحة c ، ويعين ضغطه من المعادلة الآتية :

$$P2 = \frac{P1\ A1}{A2}$$

حيث إن :

A_1 هى مساحة المكبس الكبير ، p1 هو ضغط الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية ، A2 هى مساحة المكبس الصغير .



الشكل (٢ - ١٠)

ويمكن إيجاز مميزات اسطوانات تكبير الضغط فى النقاط التالية :

١ ـ يمكن إستبدال المضخات ذات الضغوط العالية جداً باسطوانات تكبير الضغط ذات ضغط منخفض ، وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية .

٢ ـ عدم ارتفاع درجة حرارة الزيت عند استخدام اسطوانات تكبير الضغط كما هو الحال عند استخدام المضخات الهيدروليكية لعدم وجود صمامات تصريف الضغط .

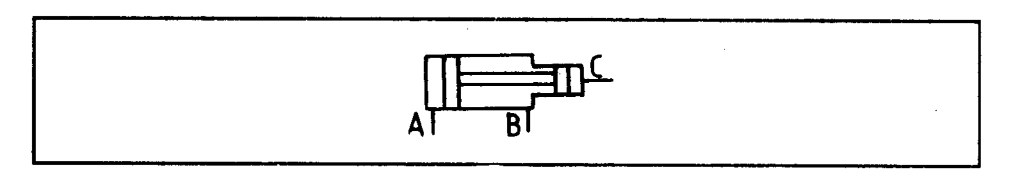
٣ ـ يمكن الحصول على تدفق مستمر ذات ضغط عالٍ جداً من اسطوانات

تكبير الضغط بتشغيلها حركة ترددية بواسطة دوائر تحكم كهربية خاصة .

٤ ـ تقلل من عدد صمامات الضغط العالى المستخدم فى الدائرة الهيدروليكية، لأن الضغط العالى عادة يتولد بجوار صمام التحكم فى المستخدم (اسطوانة ـ محرك) .

٥ ـ تصل درجة تكبير الضغط لهذه الاسطوانات إلى ما يقارب من 50 أو أكثر.

وفيما يلى رمز اسطوانة تكبير الضغط .



٤/٢/٢ ـ طرق تثبيت الاسطوانات الخطيه :

يوجد عدة تصميمات لتثبيت الاسطوانات موضحة بالشكل (٢ ـ ١١) وهى كالآتى :

أ ـ تثبيت بركائز أفقية .

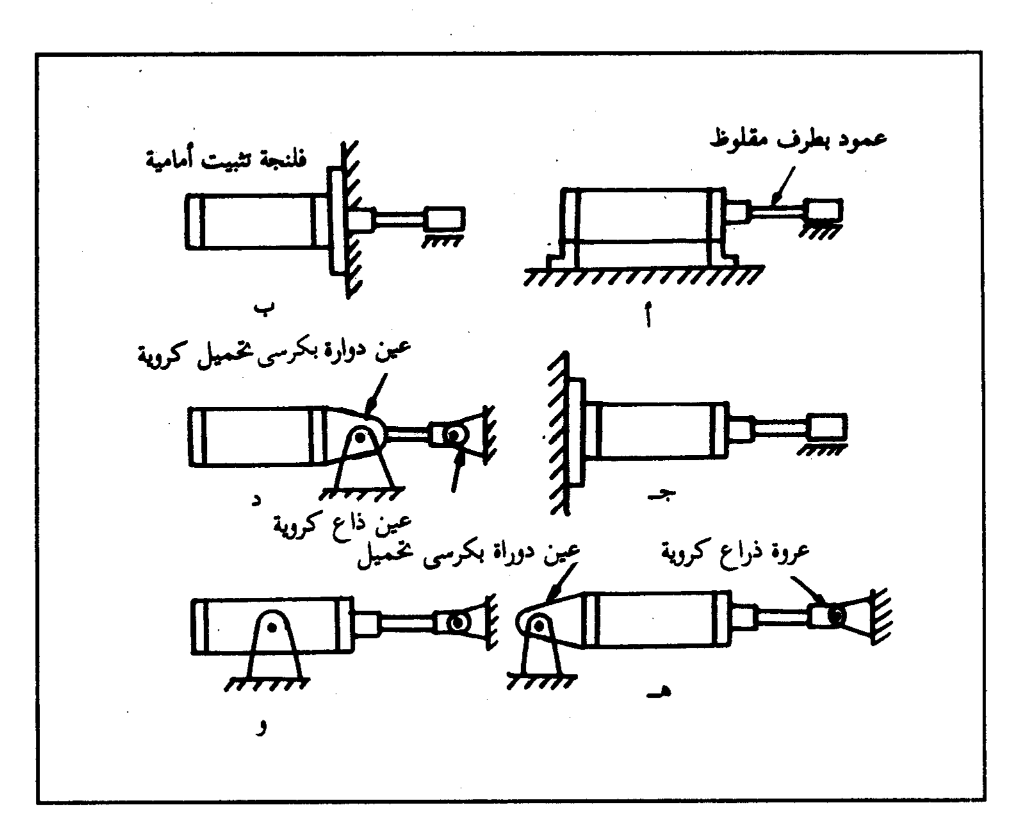
ب ـ تثبيت بفلانجة أمامية .

جـ ـ تثبيت بفلانجة خلفية .

د ـ تثبيت بركيزة أمامية مفصلية .

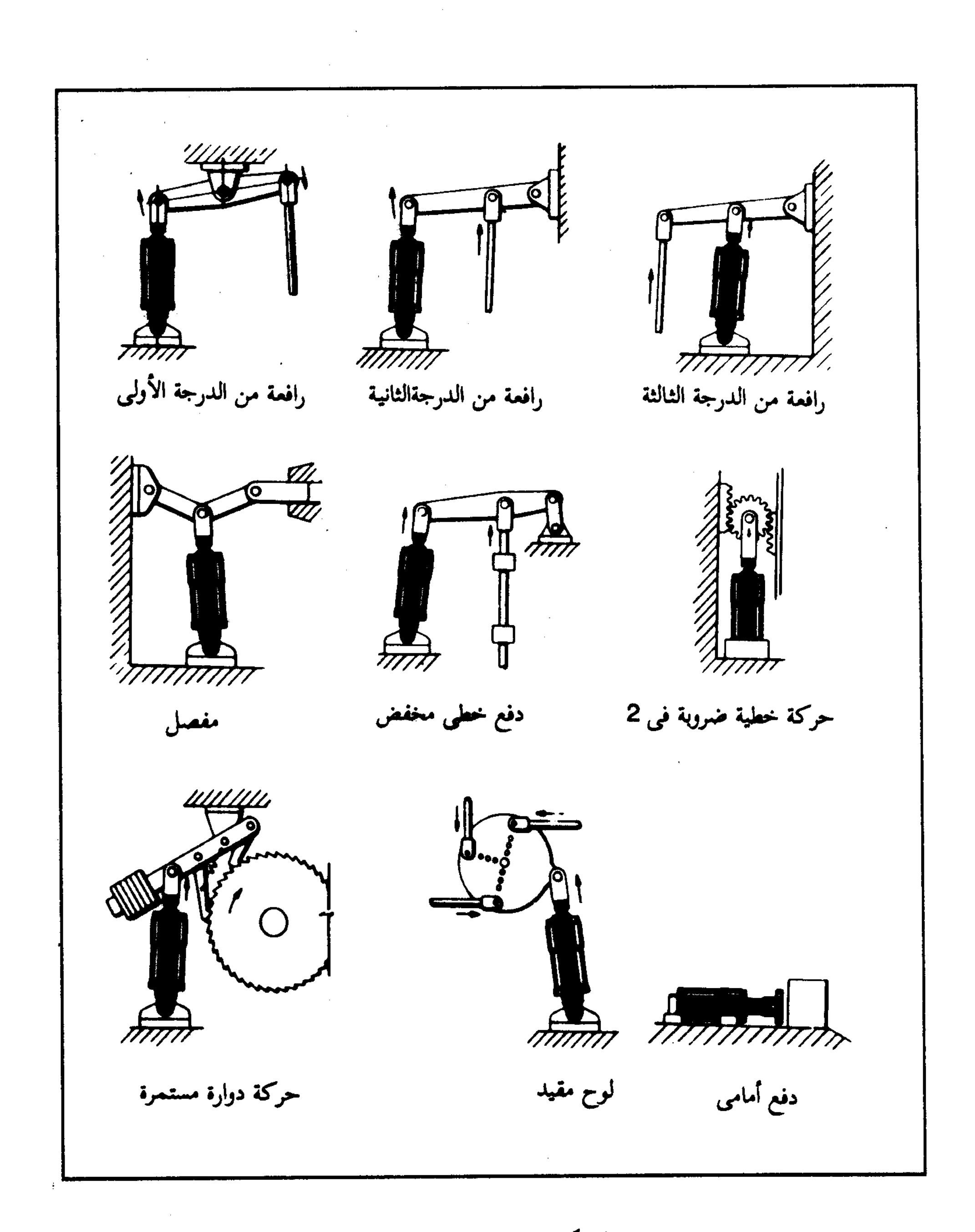
هـ ـ تثبيت بركيزة خلفية مفصلية .

و ـ تثبيت بركيزة مفصلية فى المنتصف .



الشكل (٢ - ١١)

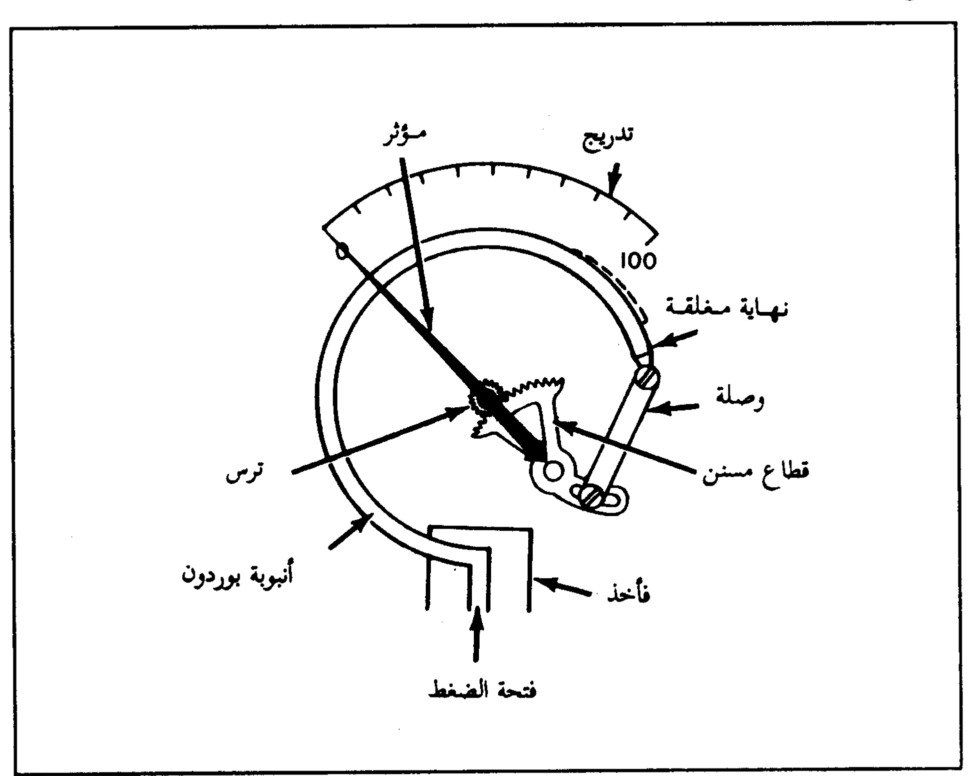
أما الشكل (٢ـ١٢) فيوضح التطبيقات المختلفة للاسطوانات الخطية .


رافعة من الدرجة الأولى
رافعة من الدرجةالثانية
رافعة من الدرجة الثالثة
مفصل
دفع خطى مخفض
حركة خطية ضروبة فى 2
حركة دوارة مستمرة
لوح مقيد
دفع أمامى

الشكل (٢ ـ ١٢)

٢/٣ - أجهزة قياس الضغط Pressure Gauge :

فى الماضى كان جهاز قياس الضغط يسمى « مانوميتر » وفى الشكل (٢ ـ ١٣) مخطط توضيحى لجهاز بوردون لقياس الضغط وهو أكثر الأنواع المستخدمة فى الأنظمة الهيدروليكية وسمى باسم « بوردون » نسبة للمهندس الفرنسى الذى اخترعه Eugene Bourdon .



الشكل (٢ ـ ١٣)

طريقة عمل الجهاز :

عند اندفاع الزيت المضغوط داخل الأنبوبة الزنبركية (أنبوبة بوردون) تتمدد الأنبوبة ويعتمد معدل تمدد الأنبوبة على مقدار ضغط الزيت ، وتنقل حركه التمدد إلى المؤشر عن طريق رافعة وقوس مسنن ، وترس صغير ، ويمكن قراءة قيمة الضغط

المقاس من على تدريج الجهاز ، والذى يكون مدرجاً بوحدة (bar (kg/ cm2 أو بوحدة (Ib/ inch2) Psi.

٢ / ٤ - صمامات التحكم فى الضغط Pressure Control Valves :

تصمم جميع الأنظمة الهيدروليكية للعمل عند ضغط ثابت أو على الأقل فى حدود معينة للضغط حيث تستخدم صمامات التحكم فى الضغط فى ذلك ويوجد عدة أنواع لصمامات التحكم فى الضغط سنتناولها فى الفقرات التالية :

٢ / ٤ / ١ - صمامات تصريف الضغط Relief Valves :

وتقوم هذه الصمامات بتحديد القيمة العظمى للضغط فى الدوائر الهيدروليكية محافظة بذلك على سلامة العناصر المستخدمة فى الدائرة من خطورة الضغوط المرتفعة .

وهناك عدة أنواع لصمامات تصريف الضغط وهى كالآتى :

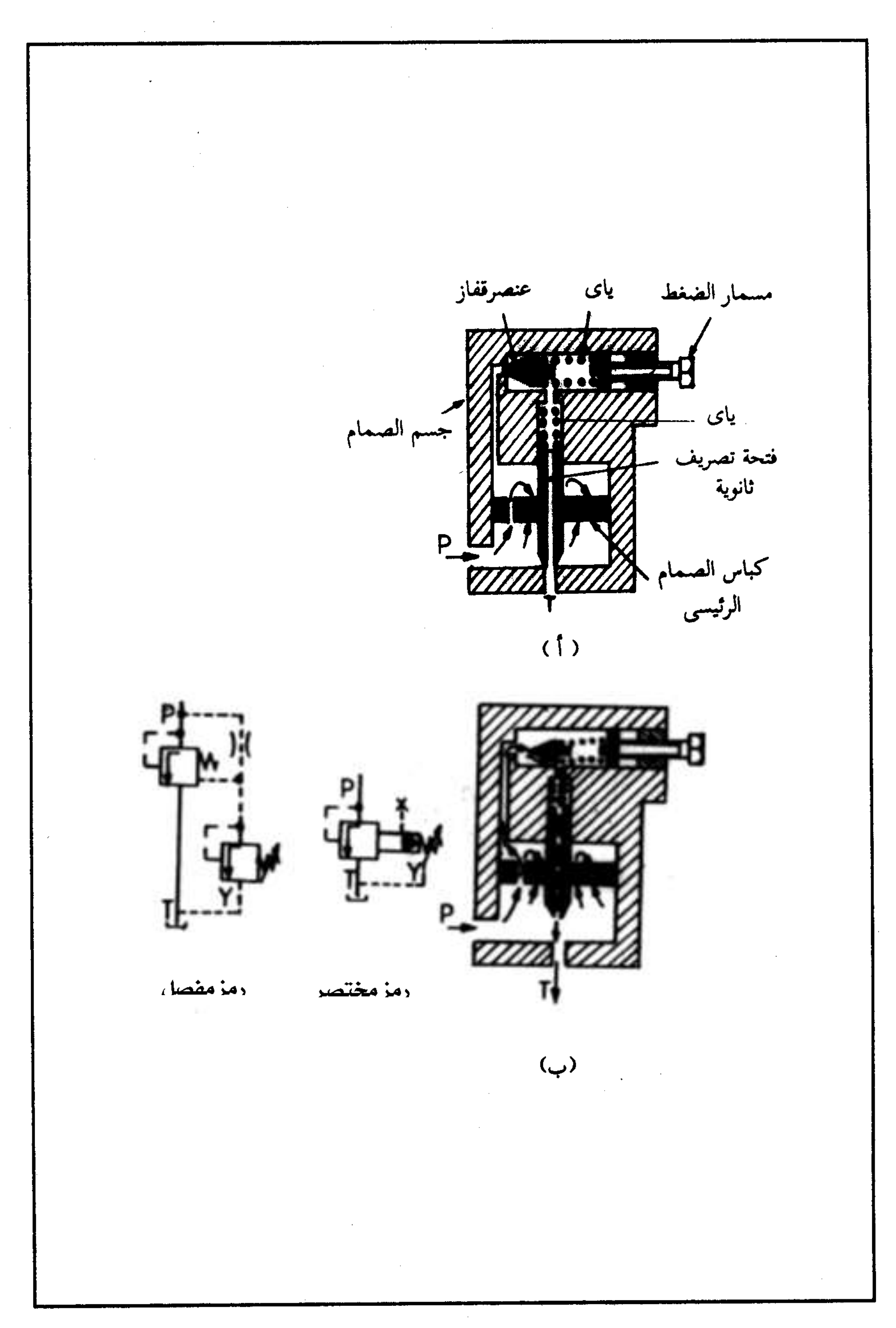
أ - صمام تصريف الضغط المباشر Direct Acting Relief Valve :

والشكل (٢ ـ ١٤) يبين قطاعاً لصمام تصريف ضغط مباشر ، وكذلك رمزه، حيث يتم معايرته بواسطة مسمار معايرة الضغط ، وعند تمكن ضغط الزيت من التغلب على قوة ياى الصمام يمر الزيت من الفتحة P للفتحة T ثم للخزان، علماً بأن الضغط الذى يفتح عنده الصمام هو الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ حوالى ±10% وعادة يستخدم هذا الصمام فى الاستخدمات التى لا تحتاج لضبط دقيق للضغط .

الشكل (٢ ـ ١٤)

ب - صمام تصريف الضغط سابق التحكم Pilot Operated Relief Valve :

الشكل (٢ ـ ١٥) يبين قطاعين لصمام تصريف ضغط سابق التحكم فى



عنصرقفاز
ياى
مسمار الضغط
جسم الصمام
ياى
فتحة تصريف ثانوية
P
كباس الصمام الرئيسى
T
(أ)
P
T
X
Y
P
T
Y
P
T
رمز مفصل
رمز مختصر
(ب)

الشكل (٢ ـ ١٥)

الوضع الطبيعى (أ) وكذلك عند وضع التشغيل (عندما يكون الضغط بالدائرة أعلى من الضغط المعاير عليه الصمام) (ب) ، وفى نفس الشكل رمز صمام تصريف الضغط سابق التحكم كرمز مفصل وآخر مختصر ، مع العلم بأن الضغط الذى يفتح عنده هذا الصمام يساوى الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ حوالى ±1% ، لذلك فإن هذا الصمام يستخدم عادة فى التطبيقات التى تحتاج لضبط دقيق للضغط ، وكذلك عند التدفقات الكبيرة .

فكرة عمل الصمام :

عند الضغوط الأقل من الضغط المعاير عليه مسمار ضبط الصمام يتسرب الزيت الداخل من الفتحة P عبر الفتحة الضيقة الموجودة فى كباس الصمام الرئيسى ، ويحاول دفع مخروط صمام التحكم ، ولكنه لا يتمكن من ذلك وبالتالى يكون كباس الصمام الرئيسى واقعاً تحت تأثير قوتين متوازنتين .

الأولى : لأسفل وهى ناشئة من قوة دفع الياى ، والقوة المتولدة من ضغط الزيت المتسرب .

الثانية : لأعلى وهى ناشئة من القوة المتولدة من ضغط زيت المصدر .

ولكن عندما يزداد ضغط زيت المصدر عن الحد المعاير عليه الصمام يتمكن الزيت المتسرب من دفع المخروط والخروج من فتحة التصريف الثانوية وصولاً للخزان، فتتغلب بذلك القوة الثانية المتجهه لأعلى على القوة الأولى المتجهة لأسفل ، ويتحرك كباس الصمام الرئيسى لأعلى ، ويمر الزيت المضغوط عبر المسار P إلي T .

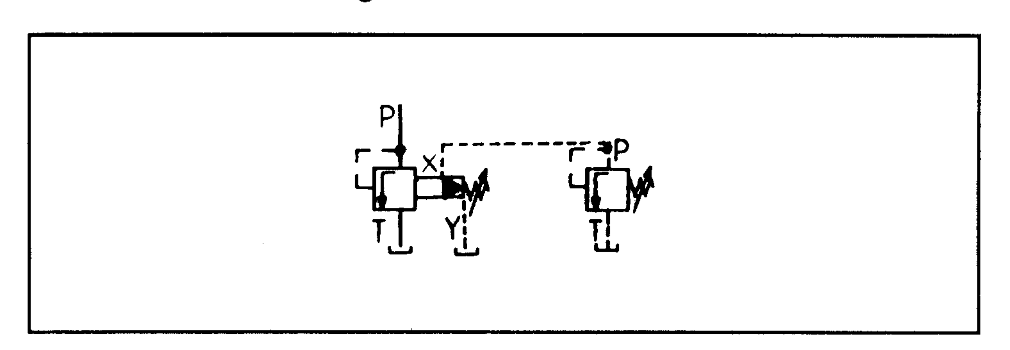
جـ - صمام تصريف الضغط سابق التحكم بإشارة تحكم خارجية ، وتصريف خارجى للمتسرب :

والشكل (٢ ـ ١٦) يبين تركيب هذا الصمام ، وكذلك رمزه المختصر والمفصل ، ويتضح من هذا الشكل أن تركيب الصمام لا يختلف عن تركيب صمام تصريف الضغط سابق التحكم عدا أنه يحتوى على فتحة X لإشارة تحكم خارجية، كذلك فتحة Y لتصريف المتسرب خارجياً . ويتميز هذا الصمام فى إمكانية التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف ضغط مباشر ، فيمكن خفض الضغط الذى يعمل عنده الصمام من صمام تصريف ضغط مباشر متصل بالفتحة

X ، وذلك نتيجة لإيجاد مسار بديل للزيت المتسرب فى صمام تصريف الضغط سابق التحكم حيث يخرج من الفتحة X مروراً بصمام تصريف الضغط المباشر، ووصولاً للخزان.

وفيما يلى دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى صمام تصريف ضغط سابق التحكم مزود بوصلة تحكم خارجية بواسطة صمام تصريف ضغط مباشر .

الشكل (٢ ـ ١٦)

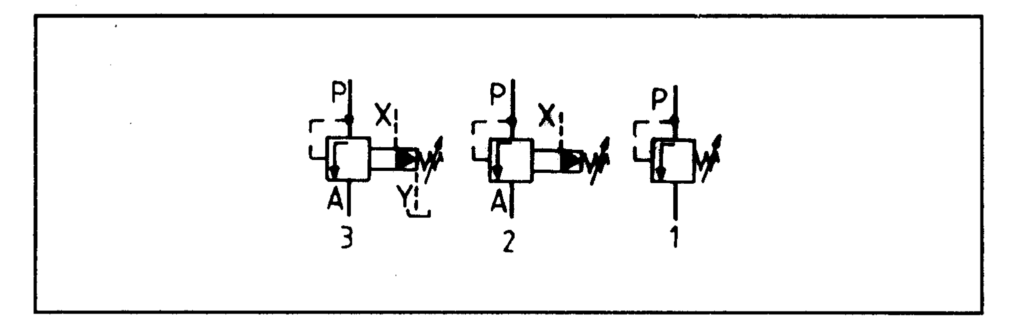


٢ / ٤ / ٢ ـ الصمامات التتابعية Sequence valves :

تتشابه الصمامات التتابعية مع صمامات تصريف الضغط فى التصميم عدا أن الاختلاف بينها هو كيفية الاستخدام ، فالصمامات التتابعية توصل فى الخطوط الرئيسية لمنع مرور السائل الهيدروليكى فى الخط إلا عند الضغط المعاير عليه الصمام فقط .

وتوجد عدة أنواع من الصمامات التتابعية ، وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة

لهذه الصمامات :



حيث إن :

الرمز 1 لصمام تتابعى مباشر التحكم علماً بأن ضغط فتح الصمام يساوى الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ يصل إلى ±20% .

الرمز 2 لصمام تتابعى سابق التحكم ، علماً بأن ضغط فتح الصمام يساوى الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ يصل إلى ±10 % .

الرمز 3 لصمام تتابعى سابق التحكم بإشارة تحكم خارجية ، وتصريف خارجي ، ويفضل استخدام هذا الصمام عند الحاجة لضبط دقيق وتحكم من بعد .

٢/٤/٣ ـ صمامات تخفيض الضغط Pressure Reducig Valves :

تستخدم هذه الصمامات لخفض الضغط فى أى خط فى الدائرة الهيدروليكية . وفيما يلى أهم أنواع صمامات تخفيض الضغط .

١ ـ صمام تخفيض الضغط بدون فتحة تصريف ، وفى الشكل (٢ ـ ١٧) قطاعان لهذا الصمام ، أحدهما فى الوضع الطبيعى (أ) والثانى عندما يكون ضغط التشغيل أكبر من الضغط المعاير عليه الصمام (ب) وفى الشكل أيضاً رمز هذا الصمام .

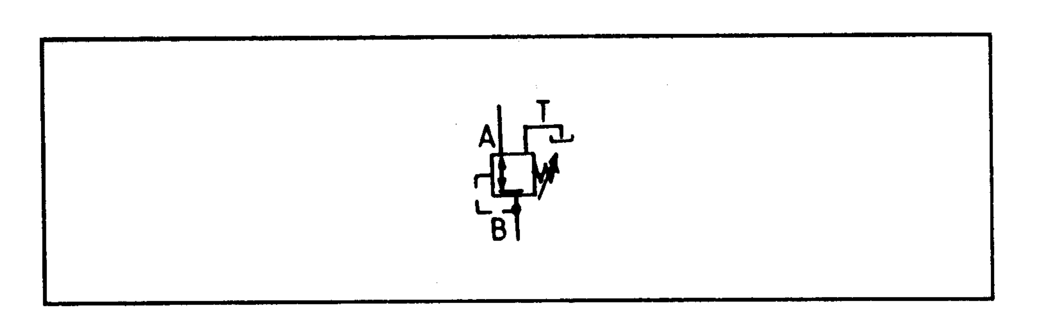
وكما هو واضح من هذا الشكل أن الصمام لايسمح بمرور الزيت المضغوط عند زيادة قيمة الضغط ناحية الحمل عن الضغط المعاير عليه الصمام ، وبذلك يتم تنظيم الضغط ، ويعاب على هذا الصمام أنه يقوم بتخفيض الضغط عند الحمل مما

يمنع وصول الزيت الداخل للصمام إلى الحمل حتى يقوم الحمل بتقليل الضغط الزائد عنده ذاتياً.

٢ ـ صمام تقليل الضغط بفتحة التصريف وفيما يلى رمز هذا الصمام .

ففى الوضع الطبيعى يقوم الصمام بخفض ضغط الزيت الداخل من الفتحة A ليصل للقيمة المعاير عليها الصمام عند الفتحة B (الحمل) ، وعند زيادة الضغط عند الحمل أى عند الفتحة B عن الحد المعاير عليه الصمام يتغير وضع التشغيل للصمام ليمر الزيت المضغوط من الحمل إلى الخزان أى من B إلى T إلى أن يعود الضغط عند الحمل للضغط المعاير من عليه الصمام فيعود الصمام لوضعه الطبيعى فيمر الزيت المضغوط من A إلى B ويصاحب ذلك انخفاض لضغط المصدر للقيمة المعاير عليها الصمام وبذلك يثبت الضغط عند الحمل بدون أى قفزات .

الشكل (٢ ـ ١٧)



٢/٥ ـ الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم فى التدفق :

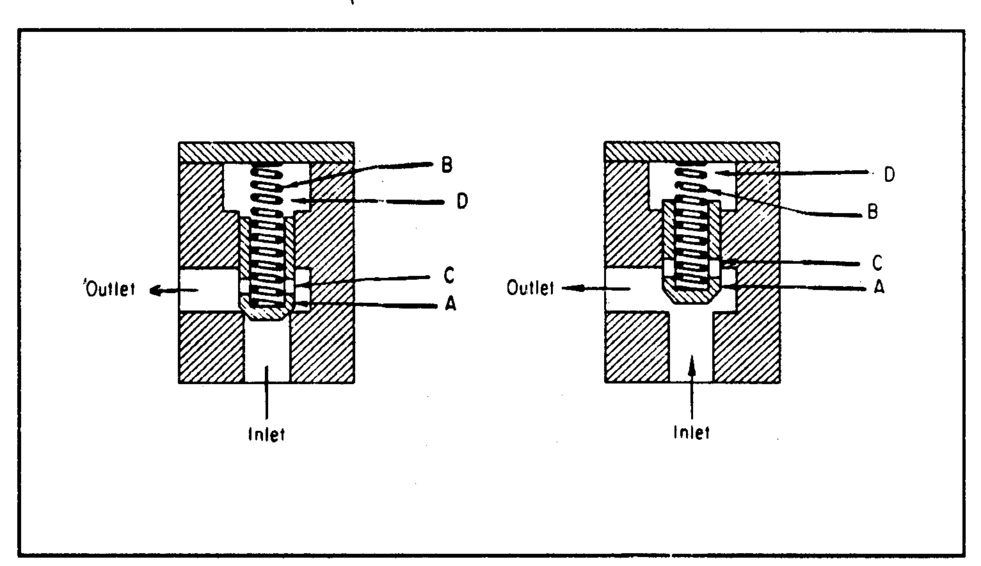
Check and flow control valves

تقوم الصمامات اللارجعية بالسماح للزيت المضغوط بالمرور فى اتجاه واحد ، بينما تقوم صمامات التحكم فى التدفق بالتحكم فى معدل تدفق الزيت المضغوط وهى تستخدم عادة للتحكم فى سرعة الاسطوانات أو المحركات الهيدروليكية ، وهناك عدة أنواع من الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم فى التدفق ، سنوضحها فى الفقرات التالية :

٢/٥/١ ـ الصمامات اللارجعية Check Valves :

تقوم هذه الصمامات بالسماح للزيت المضغوط بالمرور فى اتجاه فى حين تمنع سريانه فى الاتجاه الآخر ، وهناك عدة أنواع من هذه الصمامات وهى كما يلى :

١ ـ صمام لارجعى عادى يسمح بمرور الزيت المضغوط فى اتجاه واحد فقط والشكل (٢ ـ ١٨) يعرض قطاعين لأحد التصميمات المستخدمة لهذا النوع من الصمامات موضحاً عليها اتجاه مرور الزيت فى الصمام .



الشكل (٢ ـ ١٨)

حيث إن :

A عنصراً قفازاً على شكل مخروط .

B ياى إرجاع .

C فتحة خنق .

D غرفة الياى .

ففى الشكل (أ) قطاع لصمام لارجعى فى وضع مغلق ، حيث يقوم العنصر القفاز A بمنع تدفق الزيت المضغوط فى الصمام عند دخوله على فتحة الخرج Outlet نتيجة لقوة دفع الياى B ، والتى تدفع العنصر القفاز لأسفل ، وايضاً نتيجة القوة المتولدة من ضغط الزيت المتدفق لغرفة الياى D عبر فتحة الخنق C والتى تدفع العنصر القفاز لأسفل .

وفى (الشكل ب) قطاع لارجعى فى وضع مفتوح ، حيث يتدفق الزيت المضغوط فى الصمام عندما تكون القوة الناتجة عن ضغط الزيت عند فتحة الدخل inlett ، التى تدفع العنصر القفاز A لأعلى أكبر من القوة الناتجة عن الياى B والتى تدفع العنصر القفاز A لأسفل .

والجدير بالذكر أن فتحة الخنق C تعمل على تصريف الزيت المتسرب لغرفة الياى D فى هذه الحالة ، وفيما يلى رمز الصمام اللارجعى :

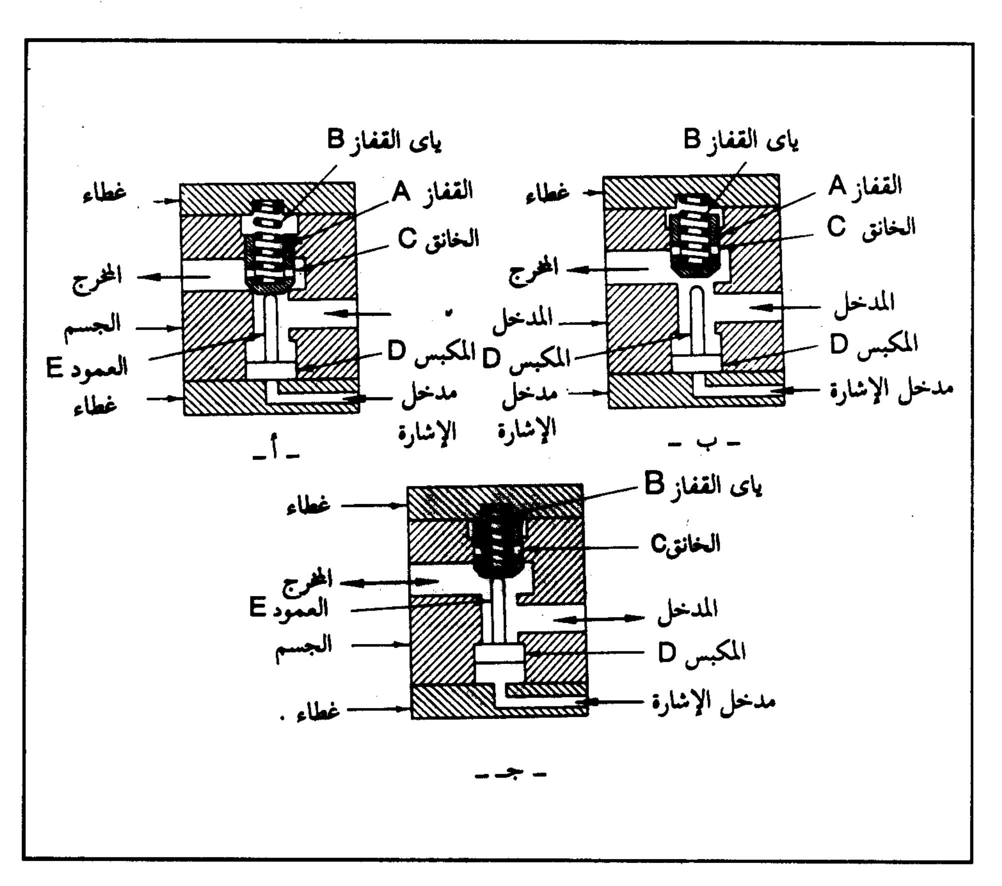
٢ ـ صمام لارجعى بإشارة تحكم Pilot operated check valve :

الشكل (٢ ـ ١٩) يعرض ثلاثة قطاعات فى صمام لارجعى بإشارة تحكم فى ثلاثة أوضاع تشغيل وهى كالآتى :

أ ـ وضع الغلق (الشكل أ) .

ب ـ وضع الفتح الطبيعى (الشكل ب) .

جـ ـ وضع الفتح المعاكس عند وصول إشارة ضغط لمدخل الإشارة (الشكل جـ)



الشكل ٢ ـ ١٩

فعند دخول الزيت المضغوط لفتحة الخرج فإن العنصر القفاز A سيتعرض لقوتين **الأولى** : بفعل ياى القفاز B **والثانية** : بفعل القوة الناتجة عن ضغط زيت الدخل ، الداخل من فتحة الخنق C ، كلاهما لأسفل فيكون الصمام فى وضع مغلق (الشكل أ) .

وعند دخول الزيت المضغوط لمدخل الصمام ، فإن العنصر القفاز A سيتعرض لقوتين **الأولى** : ناتجة عن ضغط زيت الدخل وتكون لأعلى **والثانية** : ناتجة عن الياى B ، وتكون لأسفل ، وعندما تكون القوة الأولى أكبر من القوة الثانية يتحول الصمام لوضع الفتح الطبيعى (الشكل ب) .

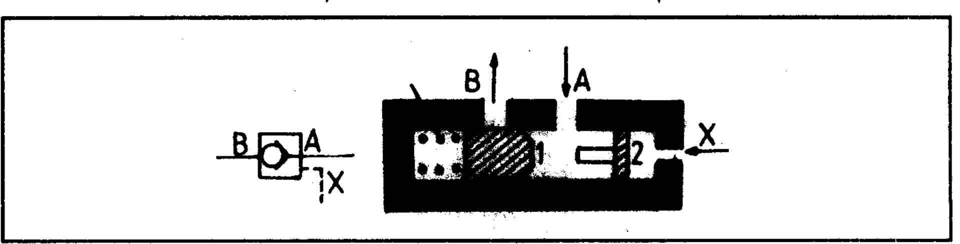
وعند دخول الزيت المضغوط لمخرج الصمام ، وكذلك لمدخل الإشارة ، فإن العنصر القفاز A سيتعرض لثلاث قوى **الأولى** : ناتجة عن قوة دفع الياى B وتكون لأسفل .

والثانية : ناتجة عن ضغط الزيت الداخل من فتحة الخنق c ، وتكون لأسفل أيضاً .

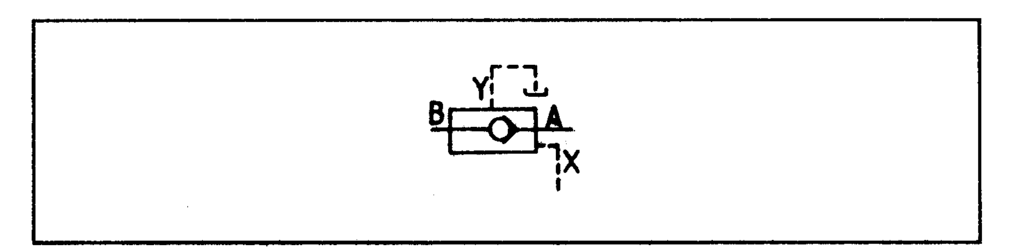
والثالثة : ناتجة عن ضغط الزيت الداخل لمدخل الإشارة ، والمؤثرة على المكبس D لأعلى .

وعند تغلب القوة الثالثة على محصلة القوة الأولى والثانية يمر الزيت فى الاتجاه المعاكس للتدفق الطبيعى (الشكل ج) .

وفيما يلى رمز الصمام اللارجعى ذى إشارة التحكم .

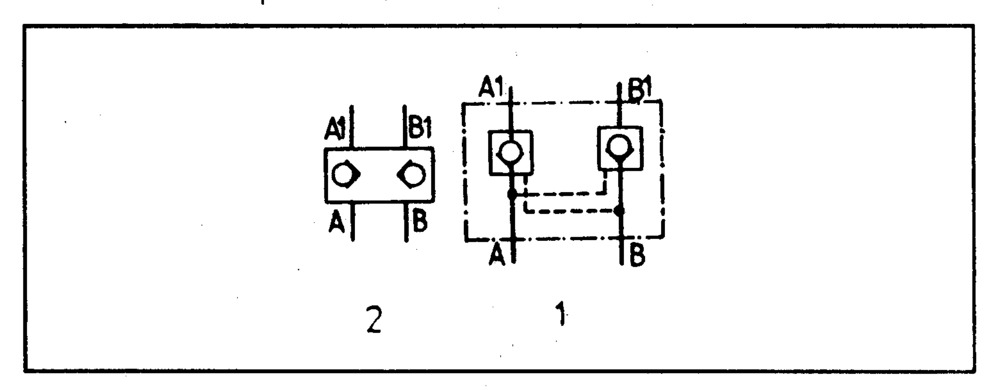


ويوجد نوع من الصمامات اللارجعية ذات إشارة التحكم ، يكون مزود بفتحة تصريف ، وفيما يلى رمز هذا النوع من الصمامات .



٣ ـ صمام لارجعى مزدوج Double Pilot Check Valve :

وهو يتكون من صمامين لارجعيين كلاهما بإشارة تحكم ، وهذان الصمامان



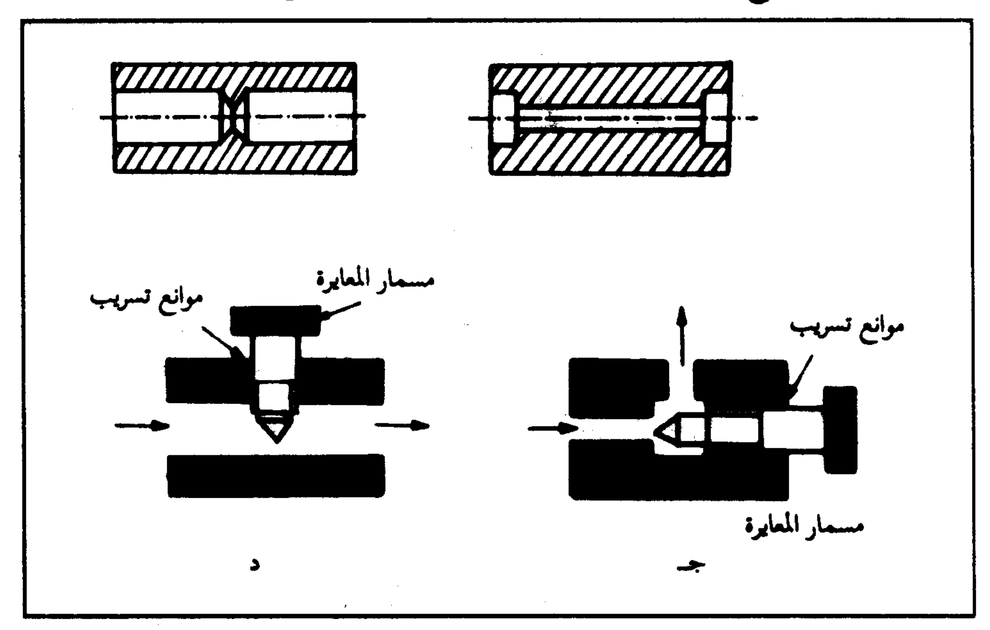
داخل غلاف واحد ، وفيما يلى الرمز المفصل(1) والرمز المختصر لهذا الصمام (2)

ويسمح هذا الصمام بمرور الزيت المضغوط فى الاتجاه A إلى A1 ، B إلى B1 يمكن أن يعمل الصمام على إمرار الزيت المضغوط فى الاتجاهين A إلى A1 ، B1 إلى B فى آن واحد ، وكذلك إمرار الزيت المضغوط فى الاتجاهين B إلىB1 ، A1 إلى A فى آن واحد ، وذلك نتيجة لطريقة توصيل وصلات التحكم .

٢/٥/٢ ـ الصمامات الخانقة Throttle Valves :

تقوم الصمامات الخانقة بخنق مرور الزيت الهيدروليكى بها ، أى تقليل معدل تدفق الزيت الهيدروليكى عند المرور فيها .

وهناك عدة أنواع من الصمامات الخانقة موضحة بالشكل (٢ ـ ٢٠) .



الشكل ٢ ـ ٢٠

وفيما يلى عرض لأنواع الصمامات الخانقة الموضحة فى هذا الشكل :

ـ صمام بفوهة خنق Orifice Throttle Valve (أ) ، ويقلل هذا الصمام معدل تدفق الزيت المار فيه بقيمة ثابتة ويزداد الانخفاض فى معدل التدفق كلما صغرت المساحة الفعالة لموضع الخنق ، وأيضاً كلما نقص فرق الضغط بين ناحيتى الصمام

(المدخل والمخرج)، ويعتمد ذلك على مقدار حمل الاسطوانة، أو المحرك المتصل به.

ـ صمام بخنق ثابت Throttle Valve (ب) ، ويقلل هذا الصمام معدل تدفق الزيت المضغوط المار فيه بقيمة ثابتة ويزداد الانخفاض فى معدل التدفق كلما قلت المساحة الفعالة لمنطقة الخنق ، وكلما زاد طول منطقة الخنق وكلما نقص فرق الضغط بين ناحيتى الصمام (المدخل والمخرج) ويعتمد ذلك على مقدار حمل الاسطوانة ، أو المحرك المتصل به .

ـ صمام خانق قابل المعايرة (جـ) حيث يستخدم هذا الهمام للتحكم فى معدل تدفق الزيت المار فيه بواسطة وسيلة يدوية معدة لذلك ، وهى مسمار معايرة .

وفيما يلى رموز الصمامات الخانقة :

4 3 2 1

حيث إن :

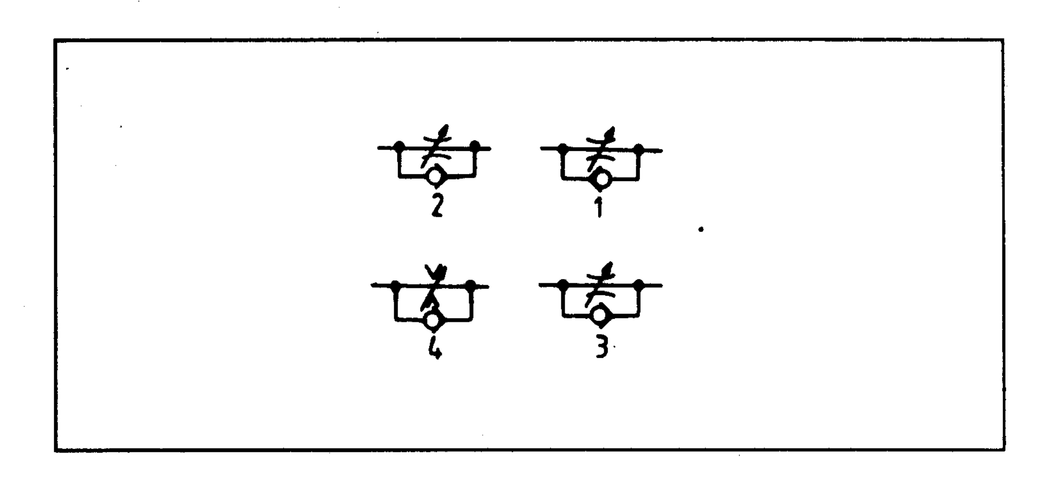
الرمز 1 لصمام خانق بخنق ثابت . الرمز 3 لصمام خانق قابل المعايرة .

الرمز 2 لصمام بفوهة خنق . الرمز 4 لصمام بفوهة خنق قابل المعايرة .

٢/٥/٣ ـ الصمامات الخانقة اللارجعية Throttle Check Valves :

تستخدم الصمامات الخانقة اللارجعية إذا كان الخنق مطلوباً فى اتجاه واحد فقط ، وبصفة عامة فإن الصمام الخانق اللارجعى يعمل كصمام خانق موصل بالتوازى مع صمام لارجعى .

ويوجد عدة أنواع من الصمامات الخانقة اللارجعية ، وفيما يلى رموز هذه الأنواع :



حيث إن :

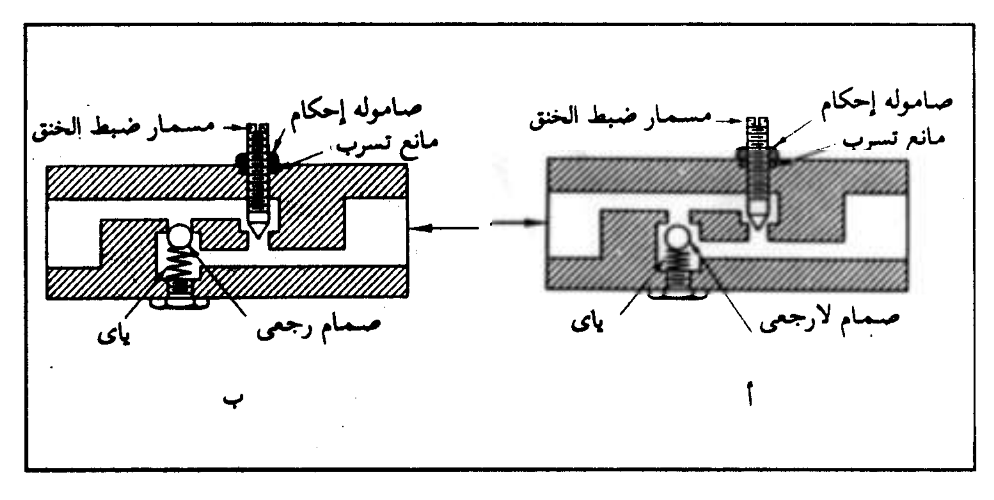
الرمز 1 لصمام خانق لارجعى بخنق ثابت .

الرمز 2 لصمام خانق لارجعى بفوهة خنق .

الرمز 3 لصمام خانق لارجعى بخنق قابل المعايرة .

الرمز 4 لصمام خانق لارجعى بفوهه خنق قابل المعايرة .

والشكل (٢ ـ ٢١) يعرض قطاعين لصمام خانق لارجعى بخنق قابل المعايرة



الشكل (٢ - ٢١)

فى وضعين مختلفين : وضع التدفق الحر (الشكل أ) وضع الخنق (الشكل ب) .

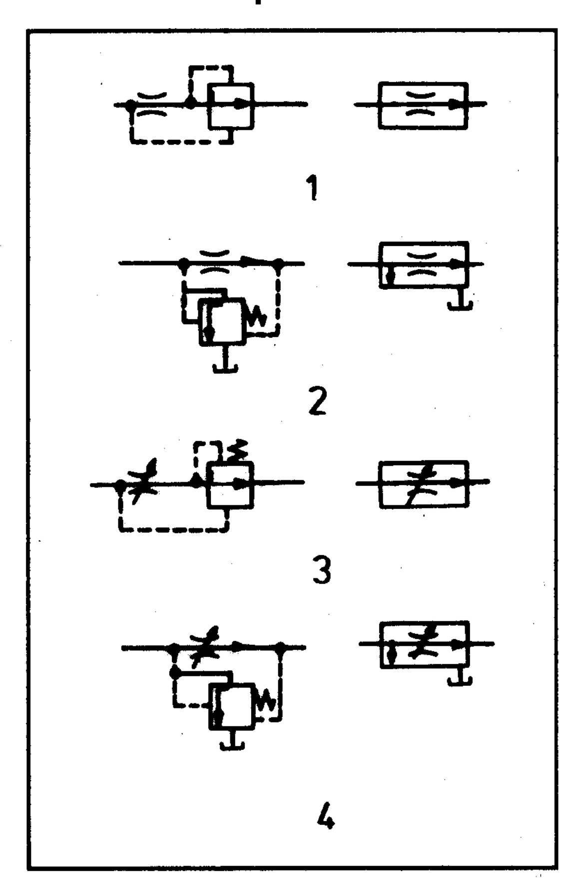
وتستخدم الصمامات الخانقة اللارجعية عادة فى تقليل سرعة الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية ذات الأحمال الثابتة فى اتجاه واحد فقط ، وذلك عندما تكون الدقة غير مطلوبة حيث إن معدل تدفق الصمامات الخانقة اللارجعية أثناء قيامها بخنق تدفق الزيت المضغوط لايعتمد على المعايرة فقط ، بل يعتمد أيضاً على فرق الضغط بين فتحتيها (أى الحمل) فكلما زاد الحمل ازداد فرق الضغط وقل معدل التدفق ، ومن ثم قلت سرعة عنصر الفعل سواء كانت اسطوانة أو محرك والعكس بالعكس .

٢/٥/٤ - صمامات تنظيم التدفق بتعويض الضغط

Pressure Compensated Flow Control Valves

صممت هذه الصمامات بغرض التغلب على المشكلة الموجودة فى الصمامات الخانقة ، والصمامات الخانقة اللارجعية ، وهى تغير معدل التدفق مع تغير الأحمال ، وذلك نتيجة لتغير فرق الضغط بين مدخل ومخرج هذه الصمامات ، فصمامات تنظيم التدفق بتعويض الضغط تمتاز بثبوت فرق الضغط بين مدخلها ومخرجها ، بغض النظر عن طبيعة الأحمال ، وبالتالى يصبح معدل التدفق معتمداً فقط على المعايرة .

وفى المقابل الرموز المفصلة والمختصرة لهذه الصمامات وهى كما يلى :



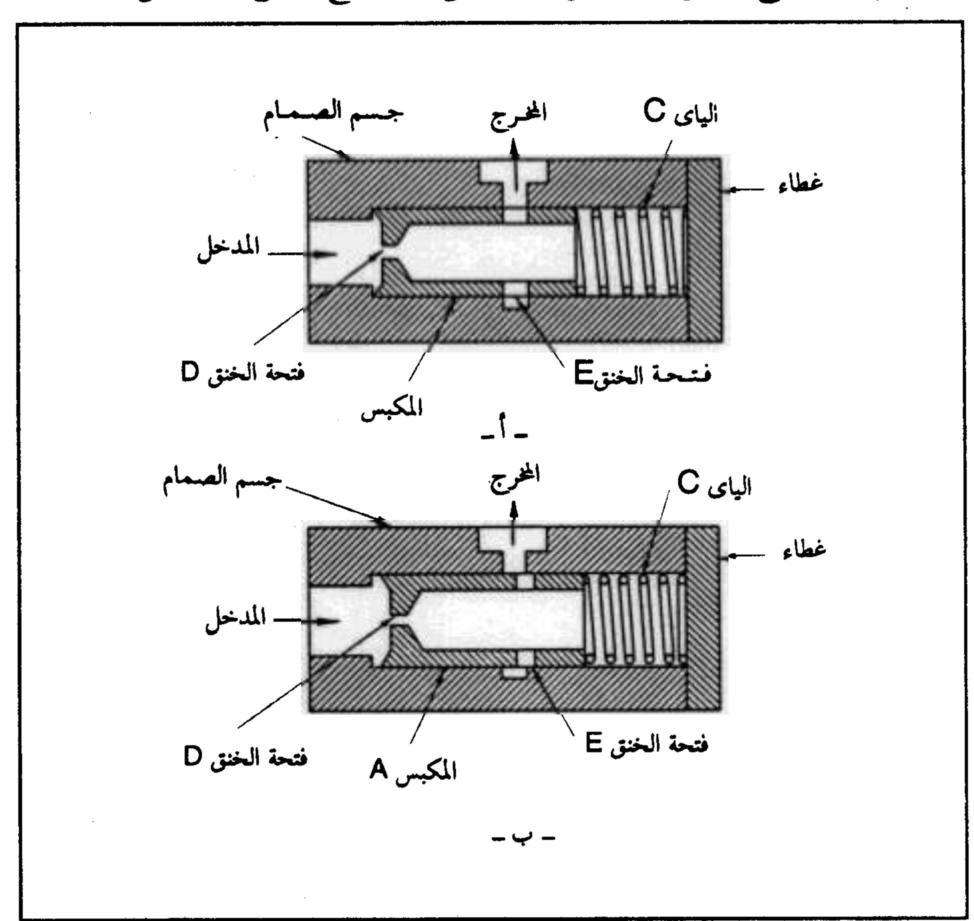
الرمز 1 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وبخنق ثابت .

الرمز 2 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بتعويض للضغط وبخنق ثابت .

الرمز 3 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وبخنق قابل للمعايرة.

الرمز 4 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بتعويض للضغط وبخنق قابل المعايرة ، علماً بأن الفرق بين صمام تنظيم التدفق المزدوج وصمام تنظيم التدفق الثلاثى هو أن الأخير يكون مزوداً بفتحة تصريف للضغط الزائد للخزان .

والشكل (٢ ـ ٢٢) يعرض قطاعين لصمام تنظيم تدفق بتعويض ضغط بخنق ثابت فى حالة فتح كامل (الشكل أ) ، وفى حالة فتح جزئى (الشكل ب) .

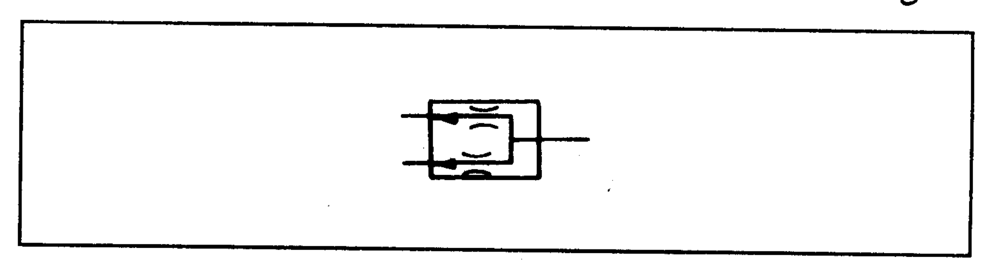


الشكل (٢ ـ ٢٢)

ففى الشكل أ يكون ضغط الزيت عندالمدخل غير كافٍ لتحريك المكبس A جهة اليسار ، وبالتالى يمر تدفق الزيت المضغوط المار من فتحة الخنق D عبر فتحة الخنق E المفتوحة كلياً إلى مخرج الصمام ، وفى الشكل ب يكون ضغط الزيت عند المَدخل مرتفعاً فيتحرك المكبس A جهه اليسار ، وبالتالى يمر تدفق الزيت المضغوط المار من فتحه الخنق D عبر فتحة الخنق E المفتوحة جزئياً وصولاً لمخرج الصمام ، وبذلك يصبح تدفق الزيت المضغوط الخارج من الصمام ثابتاً مهما تغير الضغط الناتج عن تغير الحمل .

ويعمل صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط فى اتجاه واحد بمعنى أنه إذا انعكس تدفق الزيت المضغوط فى الصمام أى عند تبديل فتحة الدخول مكان فتحة الخروج فإن الصمام يعمل كصمام خنق عادى يفقد خاصية تنظيم التدفق وبالتالى يتغير التدفق الخارج من الصمام تبعاً لتغير الحمل .

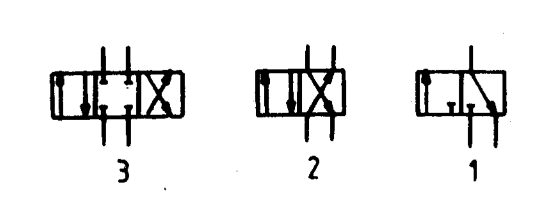
والجدير بالذكر أنه يمكن تقسيم تدفق المصدر على حملين مختلفين بالتساوى، بغض النظر عن قيمة كل منهما وذلك باستخدام صمام تقسيم التدفق Flow divider valve ، وهذا الصمام يتكون من عدد 2 صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وبخنق ثابت ، وهما متماثلان ، وفيما يلى رمز صمام تقسيم التدفق :



٢/٦ ـ الصمامات الاتجاهية Directional Valves :

تصمم الصمامات الاتجاهية لتوجيه السائل الهيدروليكى فى الوقت المناسب بالطريقة التى تسمح بتقديم أو تراجع اسطوانة هيدروليكية ، أو تشغيل أو إيقاف محرك هيدروليكى ، وهكذا ويتم تسمية الصمام الاتجاهى تبعاً لعدد فتحاته ، بدون أخذ فتحات التحكم فى الاعتبار ، وكذلك تبعاً لعدد مواضع التشغيل . وعادة يرمز لكل صمام اتجاهى بمستطيل مقسم إلى عدد من المربعات ، كل مربع يسمى

وضع تشغيل ويحدد على كل وضع تشغيل (مربع) الفتحات الخاصة بالصمام ، ثم يحدد مسارات التدفق فى كل وضع بمجموعة من الأسهم التى تدل على اتجاه التدفق ، وتحدد الفتحات المغلقة بوضع حرف T عندها ، وعادة توصل فتحات الصمام فى الوضع الابتدائى بباقى العناصر الهيدروليكية المستخدمة فى الدائرة الهيدروليكية، وفيما يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية .



فالرمز 1 لصمام بوضعى تشغيل ، وثلاث فتحات ، ويسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 3/2 .

والرمز 2 لصمام بوضعى تشغيل ، وأربع فتحات ، ويسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 4/2.

والرمز 3 لصمام بثلاثة مواضع تشغيل وأربع فتحات ويسمى بصمام اتجاهى 4/3.

وعادة ما توضع بجوار فتحات الصمام فى الوضع الابتدائى أو وضع التشغيل الحالى لها حرف يدل على وظيفة الفتحة ، وفيما يلى الأحرف المستخدمة ومدلولها:

P فتحة خط الضغط ، وتوصل عادة بالمضخة.

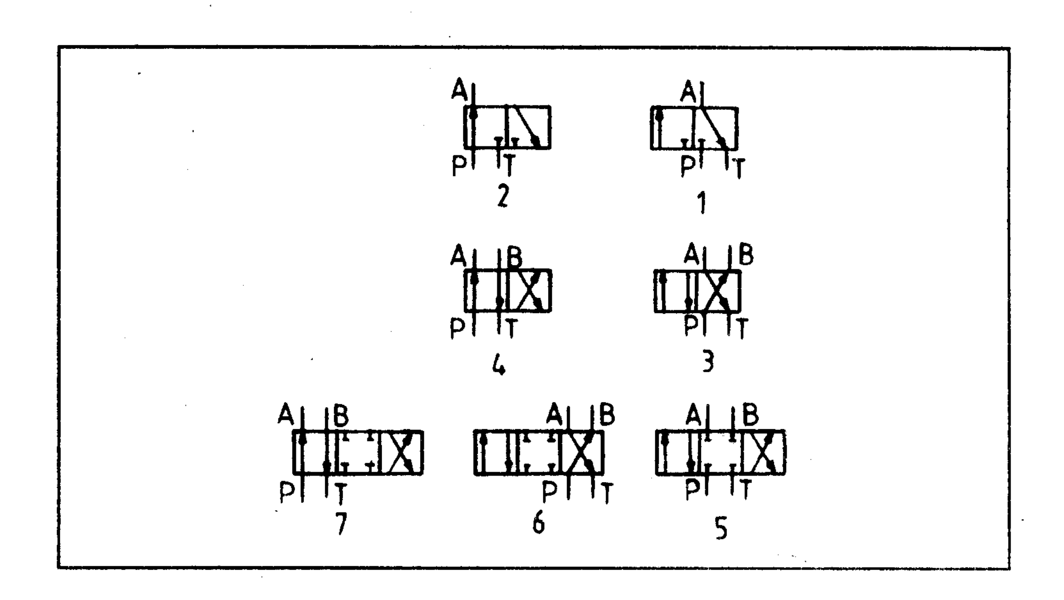
T فتحة الحمل وتوصل عادة بالاسطوانة أو المحرك .

وفميا يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية فى الوضع الابتدائى وفى وضع التشغيل .

حيث إن :

الرمز 1 لصمام اتجاهى 3/2 يعمل على الوضع الأيمن ، وفيه الفتحة p مغلقة والمسار T $\leftarrow$ A مفتوح .

والرمز 2 لصمام اتجاهى 3/2 يعمل على وضع التشغيل الأيسر وفيه الفتحة T مغلقة والمسار A $\rightarrow$ p مفتوح .



والرمز 3 لصمام اتجاهى 4/2 يعمل على الوضع الأيمن ، ومسارات التدفق ، فى هذا الوضع كالآتى : A ← p ، B ← T .

الرمز 4 لصمام اتجاهى 4/2 يعمل على الوضع الأيسر ، ومسارات التدفق فى هذا الوضع كالآتى : A ← p ، B ← T .

والرمز 5 لصمام اتجاهى 4/3، يعمل على الوضع المركزى (التعادل) ، وفيه جميع فتحات الصمام مغلقة

الرمز 6 لصمام اتجاهى 4/3 يعمل على الوضع الأيسر ، ومسارات التدفق فى هذا الوضع كالآتى : A ← p ، B ← T .

ملاحظة :

تقوم الشركات المصنعة للصمامات الاتجاهية بعرض تصميمات مختلفة للصمامات 4/3 تختلف فى الوضع

المركزى لها ، وفى المقابل الأشكال المختلفة لوضع التعادل للصمامات 4/3 المتوفرة فى الأسواق .

حيث إن :

الرمز 1 لوضع تعادل تتابعى Tandem ويستخدم عند توصيل الصمامات على التوالى أو لخفض درجة حرارة الزيت بالسماح لخرج المضخة بالعودة للخزان ، وقت توقف الأحمال .

الرمز 2 لوضع تعادل مغلق الفتحات Closed ، ويستخدم هذا الوضع عندما يكون هناك أكثر من مستخدم يغذى من وحدة قدرة هيدروليكية واحدة .

الرمز 3 لوضع التعادل المفتوح Open ويستخدم هذا الوضع لتقليل الحرارة فى الدائرة الهيدروليكية وذلك بالسماح لخرج المضخة بالرجوع للخزان وقت الراحة أى وقت توقف الأحمال .

الرمز 4 لوضع تعادل مزود بالمسار A ← p

الرمز 5 لوضع تعادل مزود بالمسار T ← B

الرمز 6 لوضع تعادل مزود بالمسار A ← p

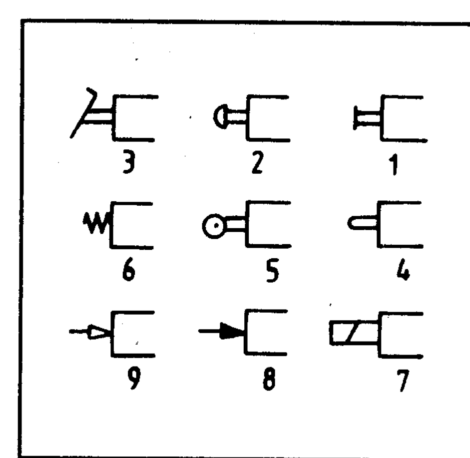
والرمز 7 لوضع تعادل مزود بالمسار A,B ← p ، ويسمى بوضع تعادل عائم متصل بمصدر الضغط .

والرمز 8 لوضع تعادل مزود بالمسار T ← A,B ،ويسمى بوضع تعادل عائم متصل بالخزان .

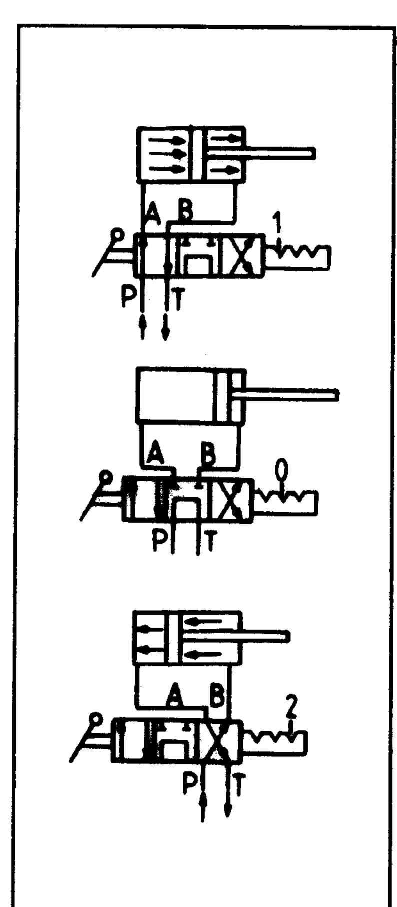
الرمز 9 لوضع تعادل مزود بالمسار T ← A.

علماً بأن لكل وضع تعادل استخداماً خاصاً .

ودائماً ما يوضع على جانبى المستطيل المعبر عن الصمام الاتجاهى وسائل تشغيل الصمام وفى المقابل الوسائل المختلفة لتشغيل الصمامات وهى كالآتى :



- تشغيل الصمام بذراع يدوى(الرمز1)
- تشغيل الصمام بضاغط يدوى(الرمز2)
- تشغيل الصمام ببدال يعمل بالقدم (الرمز3)
- تشغيل الصمام بخابور دفع كنهاية مشوار (الرمز 4)
- تشغيل الصمام ببكرة دفع كنهاية مشوار (الرمز 5)
- عودة الصمام للوضع الابتدائى بياى (الرمز 6)
- تشغيل الصمام بملف كهربى (الرمز 7)
- تشغيل الصمام بإشارة ضغط هيدروليكية (الرمز 8).
- تشغيل الصمام بإشارة ضغط هوائية (الرمز9) .



الشكل (٢ - ٢٣)

والشكل (٢ - ٢٣) يوضح نظرية عمل صمام اتجاهى 4/3 بوضع مركزى دوار (تتابعى) ويعمل بذراع بثلاثة مواضع (1-0-2) لتشغيل أسطوانة ثنائية الفعل .

ففى (الشكل أ) الصمام على وضع التشغيل الأيسر حيث يتدفق السائل الهيدروليكى فى المسارات A ← p ، T ← B فتتقدم الاسطوانة للأمام وفى (الشكل ب) الصمام على الوضع

المركزى . حيث يتدفق الزيت الهيدروليكى فى المسار التتابعى T ← p أما الفتحات A, B فهى مغلقة لذلك فإن الاسطوانة سوف تتوقف عند آخر وضع لها .

وفى (الشكل جـ) الصمام على وضع التشغيل الأيمن حيث يتدفق السائل الهيدروليكى فى المسارات B ← p ، T ← A فتتراجع الأسطوانة للخلف .

الملاحظات :

١ ـ الفتحة P توصل بوحدة القدرة الهيدروليكية .

٢ ـ الفتحة T توصل بالخزان لإعادة الزيت الراجع من الاسطوانة للخزان .

٣ ـ عند وضع ذراع تشغيل الصمام على وضع 1 نحصل على وضع التشغيل الأيسر للصمام .

٤ ـ عند وضع ذراع تشغيل الصمام على وضع 0 نحصل على الوضع المركزى للصمام .

٥ ـ عند وضع ذراع تشغيل الصمام على وضع 2 نحصل على وضع التشغيل الأيمن للصمام .

٦ ـ فى الوضع المركزى تكون الاسطوانة متوقفة بينما يعود كل خرج وحدة القدرة الهيدروليكية للخزان مما يمنع ارتفاع درجة حرارة الزيت الهيدروليكى .

٢/٦/١ ـ التصميمات المختلفة للصمامات الاتجاهية :

تنقسم الصمامات الاتجاهية حسب تصميمها إلى :

أ ـ صمامات اتجاهية قفازة Poppet valves .

ب ـ صمامات اتجاهية منزلقة Sliding Spool Valves .

أولاً : الصمامات الاتجاهية القفازة :

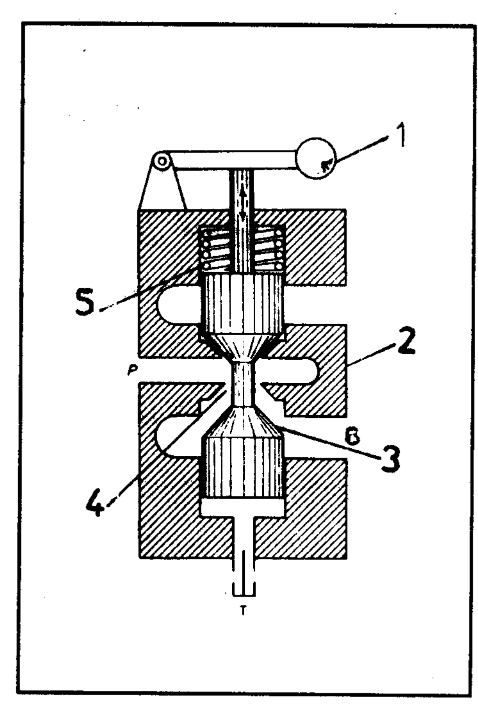
الشكل (٢ ـ ٢٤) يعرض قطاعاً فى صمام اتجاهى قفاز 3/2 بذراع تشغيل وياى إرجاع .

حيث إن :

ذراع تشغيل الصمام 1

2 جسم الصمام
3 العنصر القفاز على شكل مخروط
4 قاعدة ارتكاز العنصر القفاز
5 ياى الإرجاع

وتتميز الصمامات الاتجاهية القفازة بأن الفتحات المغلقة تكون مغلقة بإحكام وبدون أى تسريب ، ويعاب عليها عدم توفر تصميمات متنوعة من الصمامات الاتجاهية القفازة ، ويرجع ذلك الى طبيعة تصميم هذه الصمامات.



الشكل (٢ ـ ٢٤)

ثانياً : الصمامات الاتجاهية المنزلقة :

إن أكثر الصمامات الاتجاهية المستخدمة هى صمامات منزلقة تحتوى على عنصر منزلق بداخلها ، ويمكن تقسيم الصمامات المنزلقة إلى نوعين :

١ ـ النوع الخطى
٢ ـ النوع الدوار .

والنوع الخطى هو الأكثر انتشاراً للميزات التالية :

أ ـ بساطة التصميم .
ب ـ قلة التسربات .
جـ ـ تعدد وسائل التحكم المستخدمة معها .
د ـ صغر القوى اللازمة لتشغيلها .

ويعاب على الصمامات المنزلقة بصفة عامة حدوث تسربات عند الأوضاع التى بها فتحات مغلقة ، وذلك نتيجة للخلوصات الموجودة بين العنصر المنزلق ، وجسم الصمام، والتى تصل إلى ($5 : 15\ \mu m$) .

وفى الشكل (٢ ـ ٢٥) قطاع لصمام اتجاهى منزلق 4/3 بذراع تشغيل له ثلاثة مواضع تشغيل وهو فى الوضع المركزى حيث إن :

1 ذراع تشغيل الصمام
2 جسم الصمام

العنصر المنزلق 3

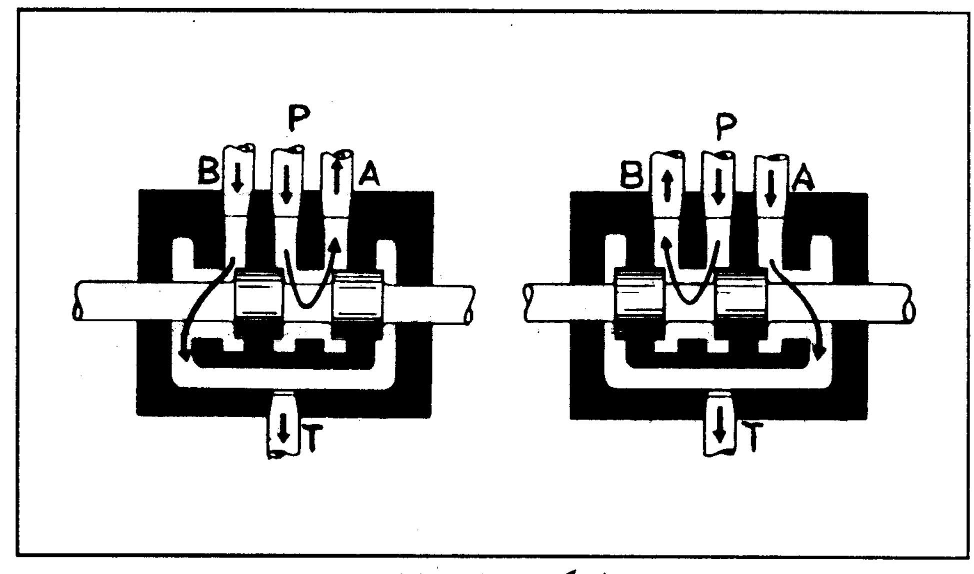
فـفى الوضع المركـــزى للصمام تكون جميع فتحات الصـمـام مـغلقـة وعند دفع ذراع تشـغيل الصـمـام جهـة اليمين تكون مسارات الصمام كما يلى p → B و A → T

وعند دفع ذراع تشـغـيل الصـمـام جـهـة اليسار تكون مسارات الصمام كما يلى : B → T و p → A وهكذا.

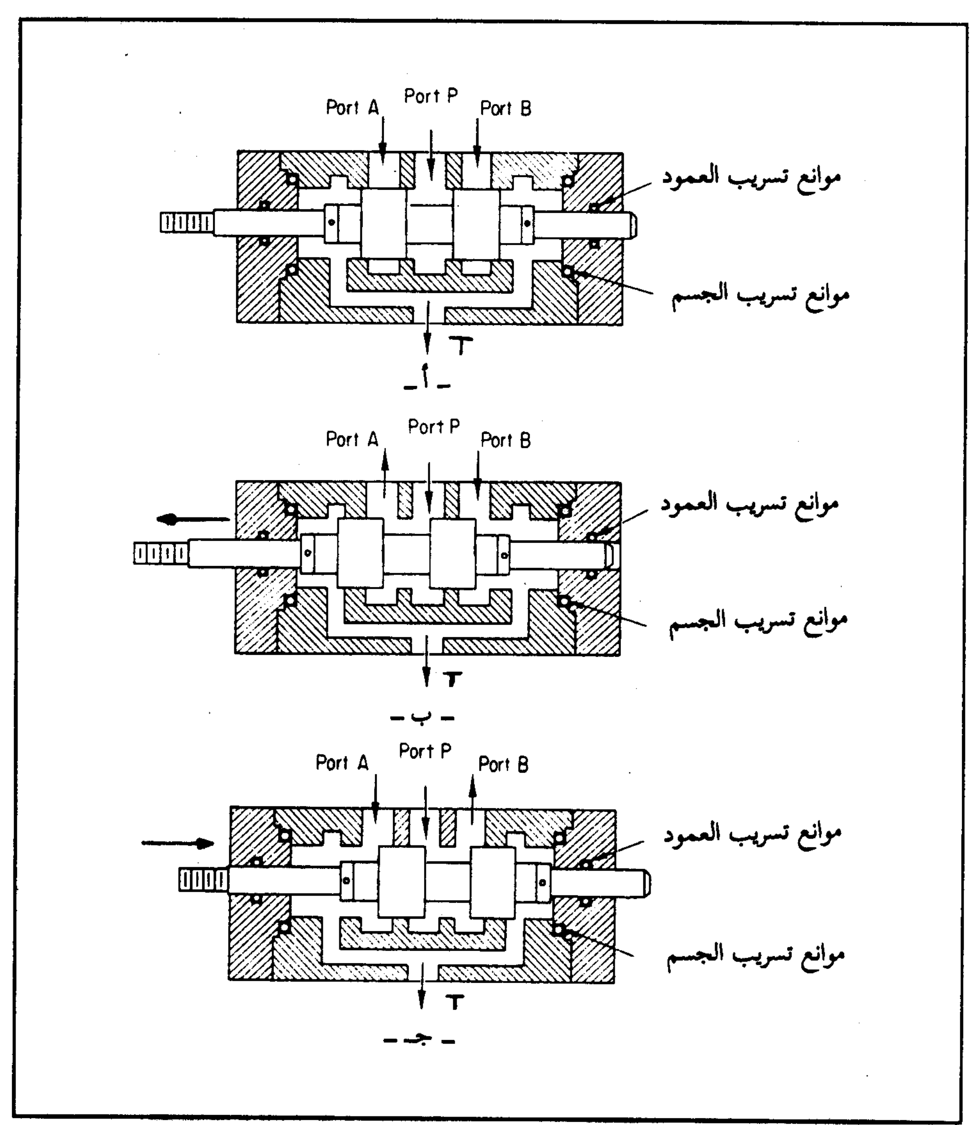
الشكل (٢ ـ ٢٥)

وفى الشكل (٢ ـ ٢٦) قطاعات لصمام اتجاهى منزلق 4/2 من النوع الخطى. فـالرسم أ يبين مـســارات الصمام فى الوضع الطبيعى وهى كالآتى p → B و T ← A ، وفى الرسم ب يبين مسارات الصمام فى وضع التشغيل وهى كالآتى B→ T و P→ A

علماً بأنه يمكن تشغيل هذا الصمام بوسائل مختلفة (ارجع للفقرة ٦/٢).



الشكل (٢ ـ ٢٦)



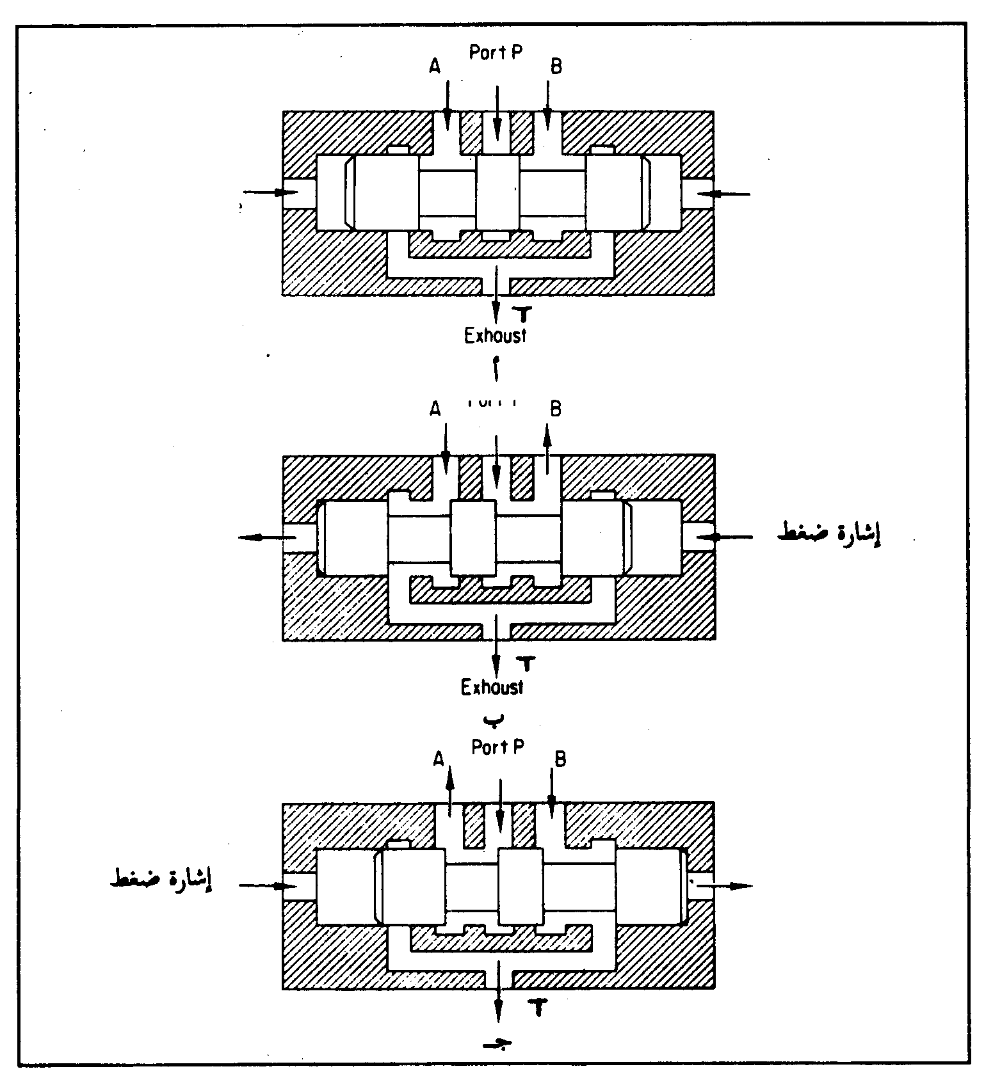
الشكل (٢ ـ ٢٧)

والشكل (٢ ـ ٢٧) يعرض ثلاثة قطاعات مختلفة لصمام 4/3 من النوع الخطى يمكن تشغيله بوسيلة تشغيل يدوية أو ميكانيكية عند أوضاع التشغيل التالية:

ـ الوضع المركزى (الشكل أ) وتكون جميع الفتحات A, P, B, T مغلقة .

ـ الوضع الأيسر (الشكل ب) وتكون المسارات كالآتى : $P \rightarrow A$ و $B \rightarrow T$

الوضع الأيمن (الشكل جـ)وتكون مسارات الصمام كالآتى: $p \rightarrow B$ و $A \rightarrow T$



الشكل (٢ ـ ٢٨)

والشكل (٢ ـ ٢٨) يعرض ثلاثة قطاعات لصمام 4/3 من النوع الخطى يعمل بإشارتى ضغط عند أوضاع التشغيل التالية :

ـ الوضع المركزى (الشكل أ) وتكون جميع الفتحات P, A, B, T مغلقة .

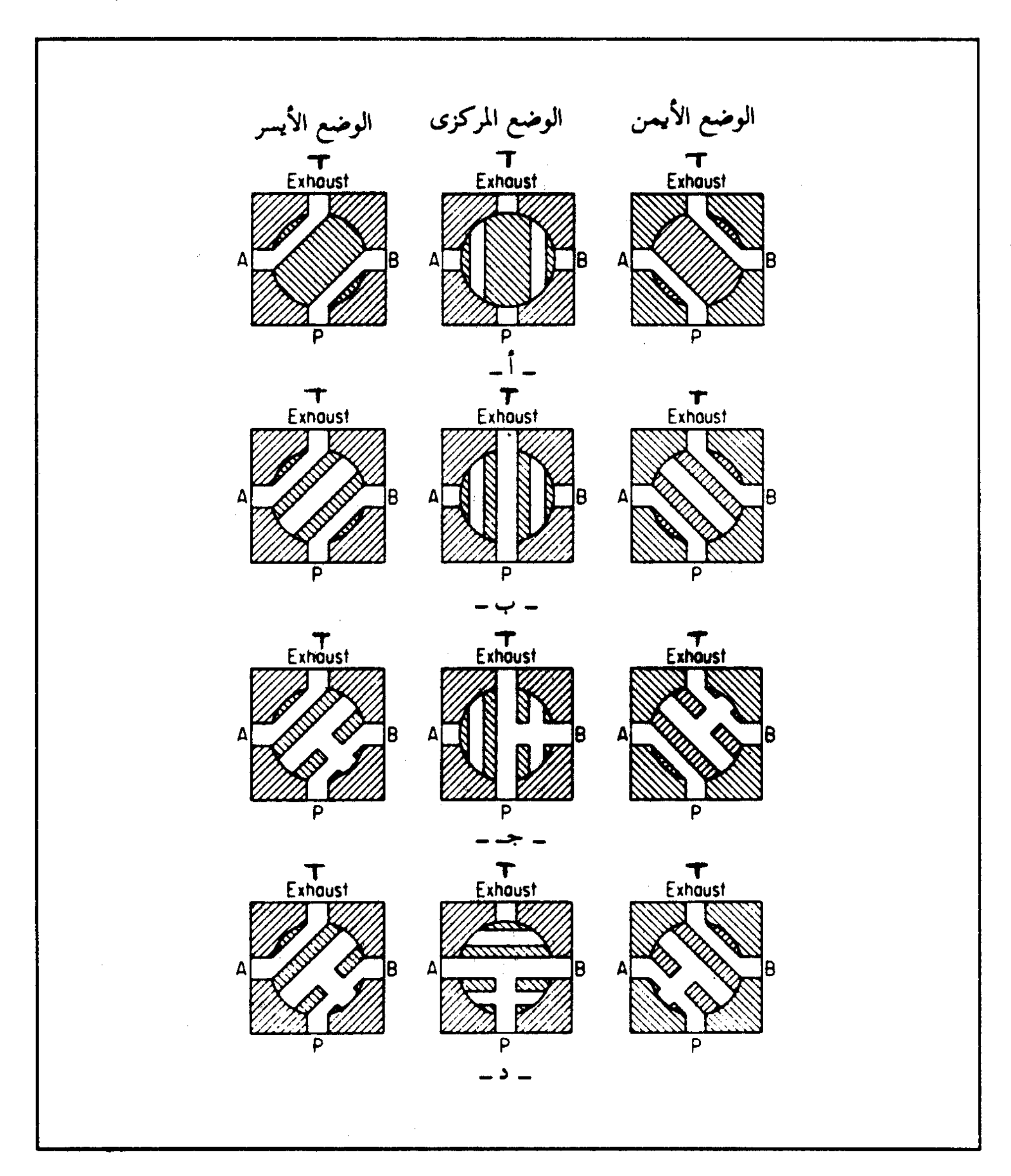
ـ الوضع الأيسر (الشكل ب) وذلك عند وصول إشارة ضغط لفتحة الإشارة اليمنى ، وتكون مسارات الصمام كالآتى : A→T و P→B

ـ الوضع الأيمن (الشكل ج) ، وذلك عندوصول إشارة ضغط لفتحة الإشارة اليسرى ، وتكون مسارات الصمام كالآتى : B→T و P→A .

والشكل (٢ ـ ٢٩) يعـرض عـدد 12 قطاعاً لأربعة صمامات 4/3 من

الصمامات المنزلقة من النوع الدوار فى الوضع المركزى ووضع التشغيل الأيمن ، ووضع التشغيل الأيسر ، فالشكل أ يعرض ثلاثة قطاعات فى الوضع المركزى ، ووضع التشغيل الأيمن ، ووضع التشغيل الأيسر لصمام 4/3 بوضع مركزى مغلق الفتحات .

والشكل (ب) يعرض ثلاثة قطاعات فى أوضاع التشغيل الثلاثة لصمام 4/3 له



الشكل (٢ ـ ٢٩)

وضع مركزى دوار (P→ T) .

والشكل جـ يعرض ثلاثة قطاعات فى أوضاع التشغيل الثلاثة لصمام 4/3 له وضع مركزى مزود بالمسارات P→ T و B→ T .

والشكل (د) يعرض ثلاثة قطاعات فى أوضاع التشغيل الثلاثة لصمام 4/3 له وضع مركزى مزود بالمسارات A →B و P→ B

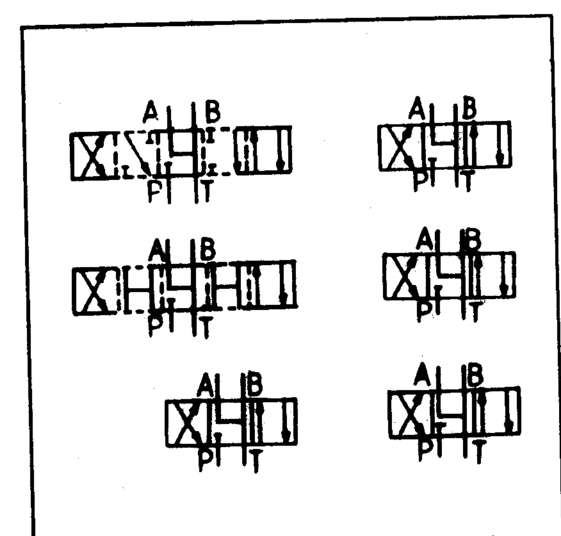
علماً بأنه يمكن تغيير وضع التشغيل بذراع يدوية دوارة لها ثلاثة أوضاع .

٢/٦/٢ - الأوضاع الانتقالية للصمامات الاتجاهية :

من الأمور التى يجب أن تأخذ عناية خاصة من القارئ عند التعامل مع الصمامات الاتجاهية الانزلاقية الأوضاع الانتقالية لهذه الصمامات فمثلاً عند انتقال صمام اتجاهى 4/3 من وضع التعادل (المركزى) إلى وضع التشغيل جهة اليسار أو اليمين يوجد وضع انتقالى للصمام يعتمد على نوع التداخل الموجود، وعادة ترسم مواضع التشغيل الانتقالية داخل مربعات متقطعة لتمييزها عن باقى الأوضاع وذلك عند رسم الرمز المفصل للصمام ، وهناك عدة أنواع من التداخلات موضحة بالشكل (٢ ـ ٣٠) وهى كالآتى :

١ ـ التداخل الموجب Positive Overlap .

وهو موضح بالشكل (أ) ، فعند الانتقال من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيسر ، أو بالعكس تتصل الفتحة A مع T أولاً ، ثم تتصل بعد ذلك الفتحة P مع B ، وعند الانتقال من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيمن أو بالعكس ، تتصل الفتحة B مع T ثم بعد ذلك تتصل الفتحة P مع A.



الشكل (٢ ـ ٣٠)

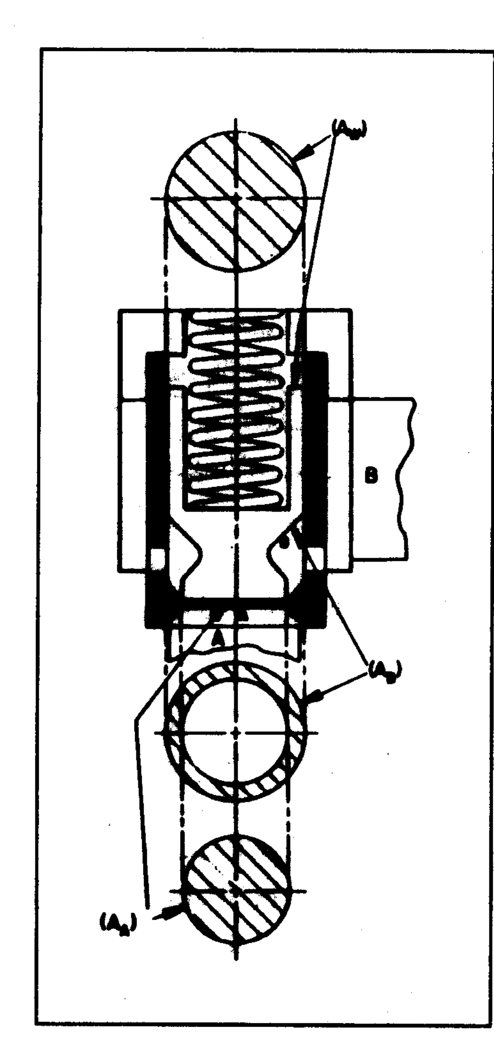
وتستخدم الصمامات ذات التداخلات الموجبة عندما يكون الضغط غير مرغوب فى انقطاعه عن عناصر الفعل (اسطوانات ـ محركات) أثناء الانتقال ولكن يراعى أنه يحدث قفزات فى الضغط مع هذا النوع من التداخلات .

٢ ـ **التداخل السالب** Negative Overap :

وهو موضح بالشكل (ب) فعند الانتقال من الوضع المركزى (التعادل) إلى وضع التشغيل الأيسر ، أو بالعكس تتصل جميع فتحات الصمام لفترة قصيرة ، وكذلك الحال عند الانتقال من وضع التعادل إلى الوضع الأيمن أو بالعكس ، علماً بأن قفزات الضغط الحادثة مع هذا النوع من التداخلات أقل خطراً من التداخل الموجب ، ولكن يعاب على التداخل السالب امكانية تحرك عناصر الفعل حركة غير طبيعية تحت ظروف تحميل معينة .

٣ ـ **التداخل الصفرى** Zero overlap :

وهو موضح بالشكل (جـ) ، وفى هذا النوع من التداخلات لا يوجد وضع انتقالى بل الوضع النهائى مباشرة ، ولذلك فإن هذا النوع من التداخلات هو أدق الأنواع ، ويستخدم عادة مع الصمامات المؤازرة ؛ نظراً لدقتها المتناهية.



الشكل (٢ ـ ٣١)

٢/٧ ـ الصمامات الخرطوشية 2/2 (عناصر المنطق)

Zway Cartirdge Valves (Logic Components)

الصمامات الخرطوشية هى صمامات قفازة 2/2 تشبه خرطوشة الطلقة النارية ومن ثم سميت بهذا الاسم ، ويطلق على الصمامات الخرطوشية عناصر المنطق ؛ لقيامها ببعض الوظائف المنطقية ، والتى سوف تتضح فيما بعد .

والشكل (٢ ـ ٣١) يعرض قطاعاً مبسطاً لأحد الصمامات الخرطوشية ذات

الوضع الابتدائى المغلقة وتتكون هذه الصمامات من جلبة بها ثقوب وبداخلها رأس محدب ؛ لفتح وغلق فتحات الجلبة ويرتكز هذا الرأس المحدب على ياى .

ويمكن للسائل الهيدروليكى أن يمر خلال الصمام من الفتحة A الموجودة أسفل الصمام إلى الفتحة B الموجودة على جانب الصمام أو بالعكس ، ويمكن التحكم فى اتجاه سريان السائل الهيدروليكى من A إلى B أو العكس ، عن طريق الضغوط المؤثرة على A ، B وكذلك الضغط المؤثر على الفتحة W الموجودة فى قمة الصمام ويوضح الشكل ذاته ثلاث مساحات هامة لهذه الصمامات وهى المساحة A_A وهى مساحة الفتحة A ، والمساحة A_B وهى المساحة الحلقية المحصورة بين الرأس المحدب والفراغ الداخلى للجلبة أما المساحة A_W فهى مساحة الفتحة W حيث إن :

$$A_W = A_A + A_B$$

وعند الاتزان تحت تأثير الضغوط على الفتحات المختلفة فإن :

$$- P_W + F_S = A_A \,.\, P_A + A_B \,.\, P_B \; A_W$$

حيث :

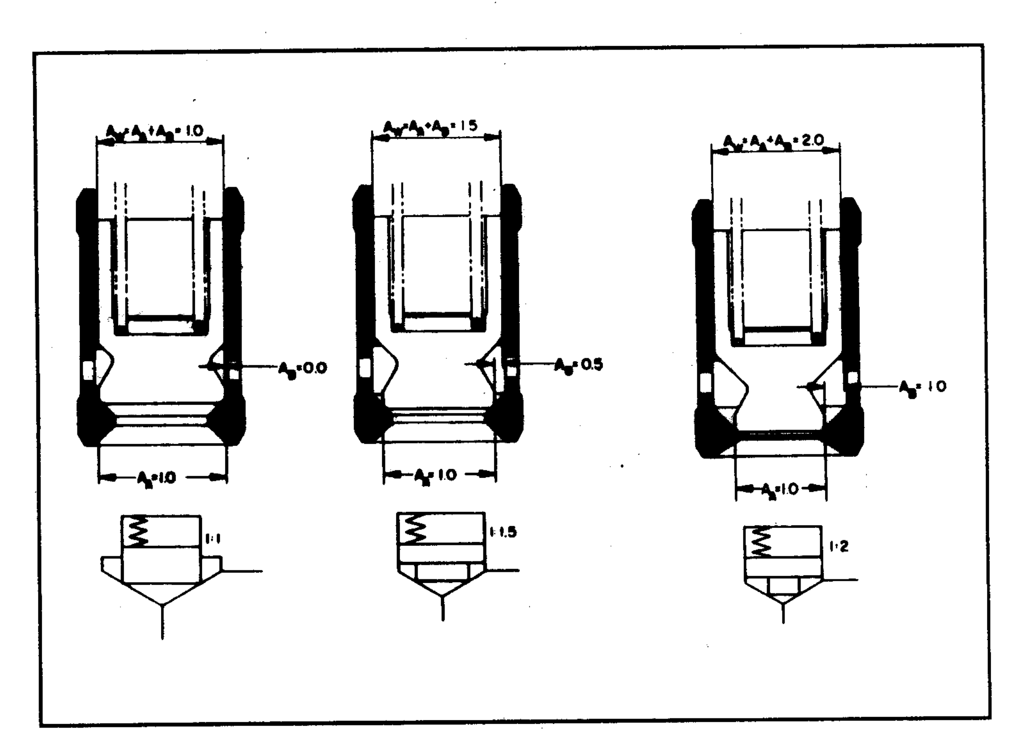
P_W, P_A, P_B هى الضغوط المؤثرة على الفتحات بالترتيب أما : F_s فهى قوة دفع الياى .

وعادة فإن A_Wأكبر من أ تساوى A_A أو A_B ، فإذا اعتبر أن المساحة A_A تساوى 1 فإن المساحة الحلقية A_B تساوى إما 0.0 أو 0.07 أو 0.5 أو 1 ، وعادة ما تكون المساحة A_W ثابتة لجميع الصمامات التى لها نفس الحجم ، وعادة ما يعرف الصمام بنسبة $\frac{A_A}{A_W}$.

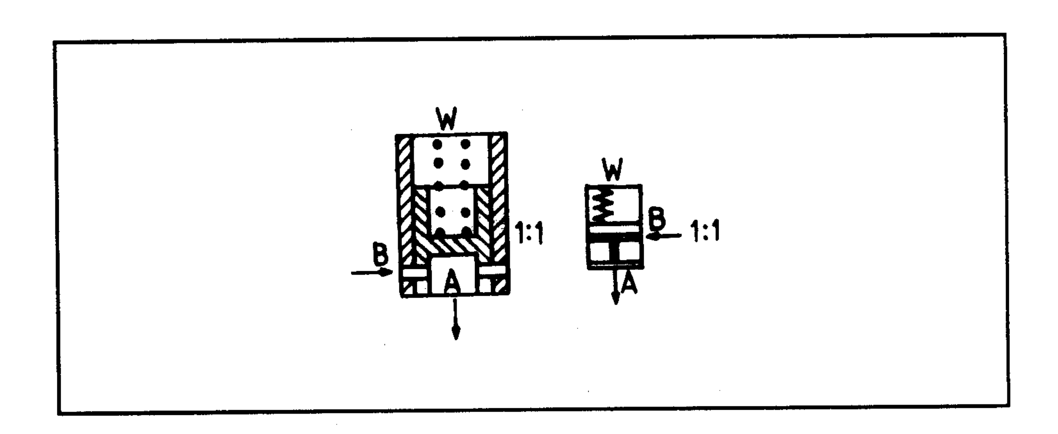
والشكل (٢ ـ ٣٢) يعرض ثلاثة قطاعات لصمامات خرطوشية لها وضع ابتدائى مغلق ولها النسب التالية :

1:2 , 1 : 1.5 , 1.1

ومن صناعة شركة he Oilgear Company , Milwaukee , Wis وكذلك موزعوها



الشكل (٢ ـ ٣٢)



الشكل (٢ ـ ٣٣)

وفى الشكل (٢ ـ ٣٣) قطاع لصمام خرطوشى بوضع ابتدائى مفتوح ،

ورمزه حيث يمر السائل الهيدروليكى فى الوضع الطبيعى من B إلى A وتوجد صمامات خرطوشية مغلقة فى وضعها الابتدائى مزودة بوسيلة للخمد ، لجعل عملية فتح وغلق الصمام تتم تدريجياً .

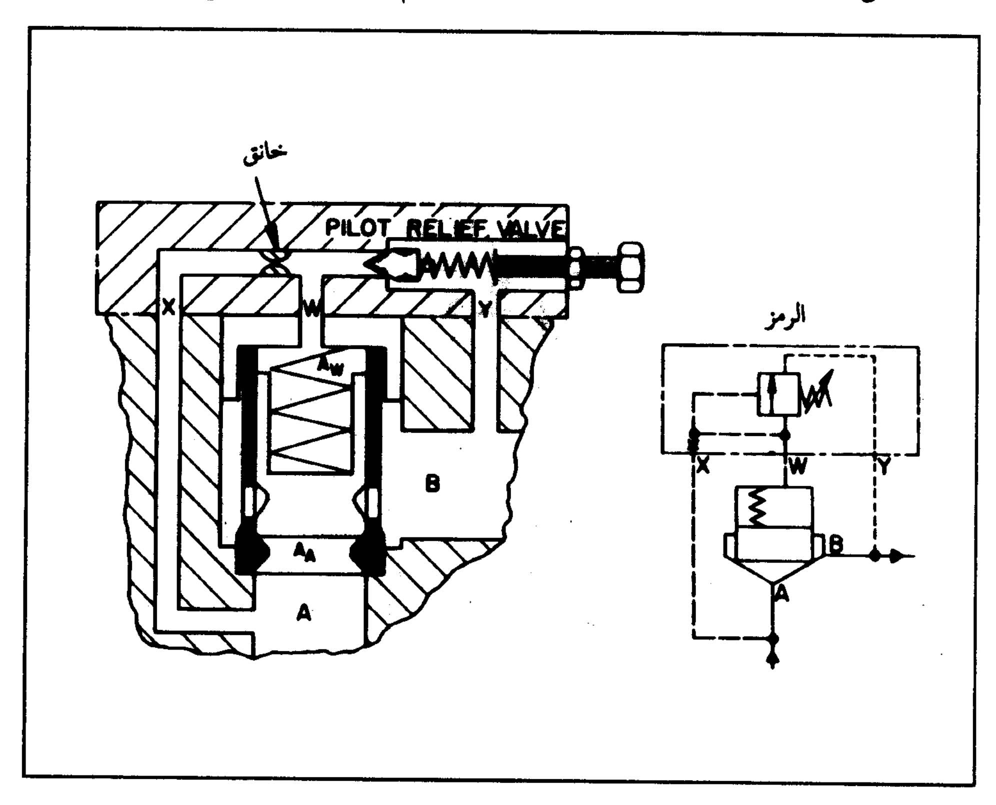
١/٧/٢ ـ استخدام الصمامات الخرطوشية :

هناك العديد من الاستخدامات للصمامات الخرطوشية 2/2 (عناصر المنطق) وذلك بإضافة أغطية مزودة بصمامات إشارة بتصميمات مختلفة للصمامات الخرطوشية .

وفيما يلى أهم استخدامات الصمامات الخرطوشية .

١ ـ صمام تصريف الضغط Relief Valve :

والشكل (٢ ـ ٣٤) يعرض قطاعاً فى صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق



الشكل (٢ ـ ٣٤)

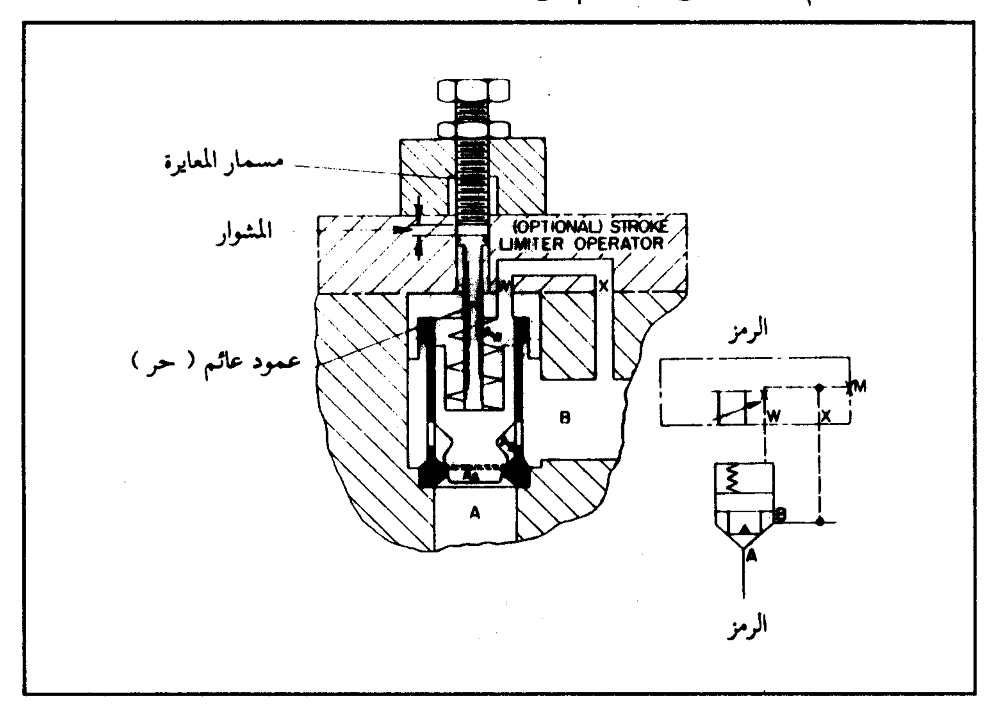
مزود بغطاء ، يعمل كصمام تصريف ضغط من إنتاج شركة (Oilgear Company Milwaukee , Wis .)

وكذلك رمز الصمام .

حيث إن السائل الهيدروليكى لن يمر من الفتحة A إلى الفتحة B إلا عند وصول الضغط عند الفتحة A للضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط الموجود فى غطاء الصمام الخرطوشى .

٢ ـ صمام خانق Restrictor Valve :

الشكل (٢ ـ ٣٥) يعرض قطاعاً ورمز صمام خرطوشى بوسيلة خمد له وضع ابتدائى مغلق وبنسبة 1:2 ومعد بغطاء خاص مزود بمسار معايرة لتحديد حركة الرأس المحدب للصمام الخرطوشى للتحكم فى التدفق .



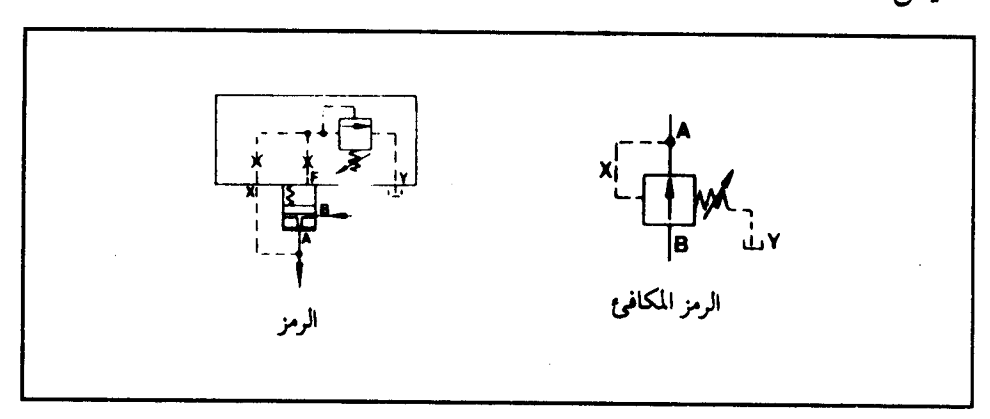
الشكل (٢ ـ ٣٥)

٣ ـ صمام تخفيض الضغط Reducing:

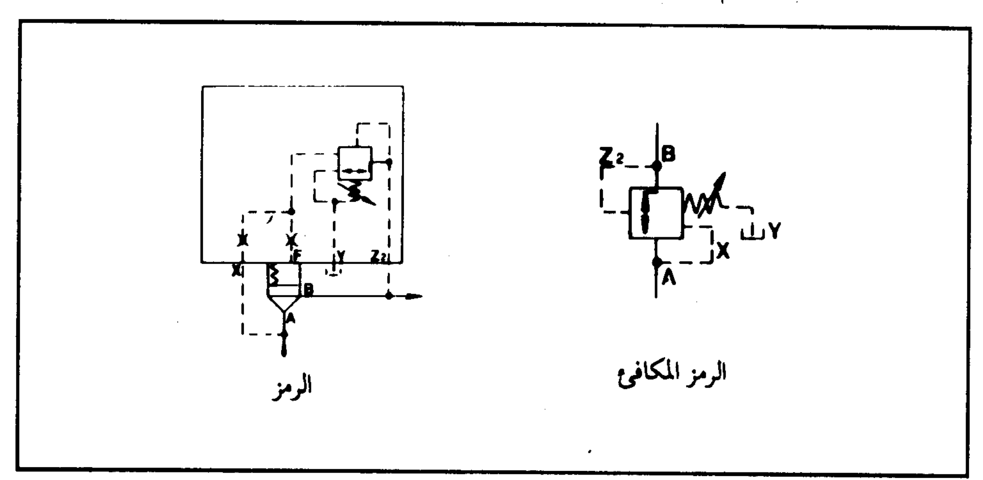
فيما يلى رمز صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مفتوح ، وبنسبة 1 : 1 ، ومعد

بغطاء خاص ويعمل كصمام تخفيض ضغط مباشر وكذلك الرمز المعبر عن وظيفة الصمام .

ويمكن استخدام صمام خرطوشي بوضع ابتدائي مغلق ليعمل كصمام تخفيض ضغط .



وفيما يلي رمز صمام خرطوشي بوضع ابتدائي مغلق وبنسبة 1 : 1 ومعد بغطاء خاص ليعمل كصمام ضغط مباشر ، وكذلك الرمز المعبر عن وظيفة الصمام .

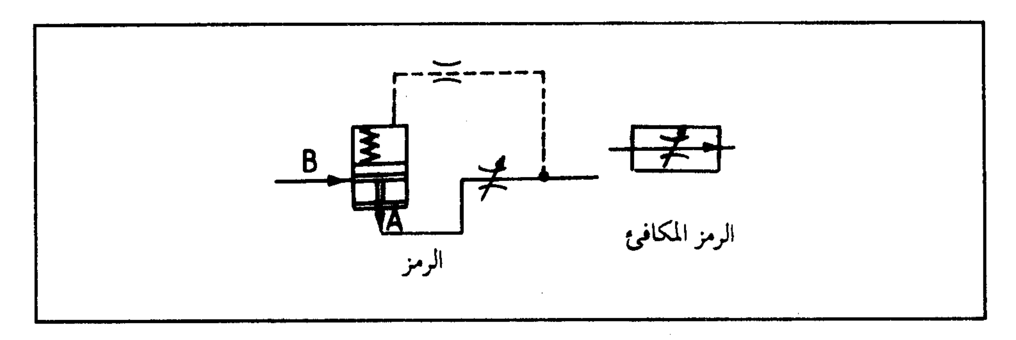


٤ ـ صمام تنظيم تدفق بتعويض للضغط :

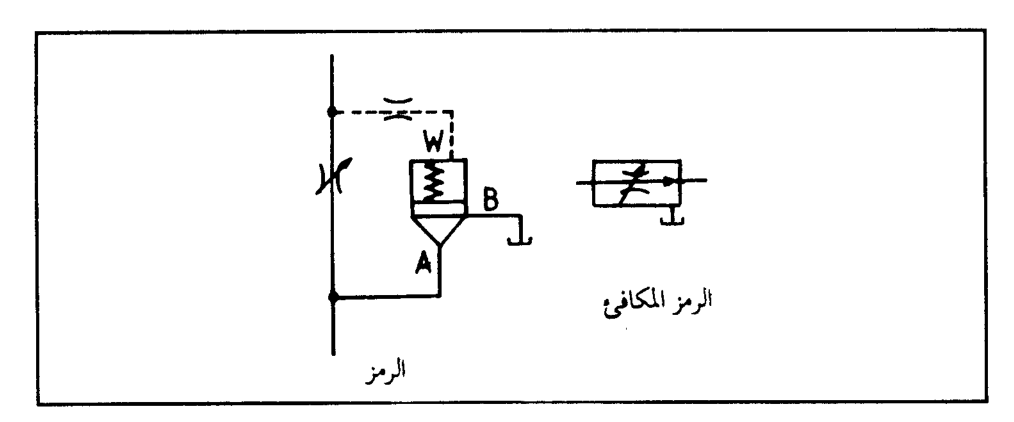
: Pressure Compen Sated Flow Control Valves

فيما يلي رمز صمام خرطوشي بوضع ابتدائي مفتوح ونسبته 1:1 ، وموصل مع

صمام خانق يمكن معايرته ليعمل كصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط، وكذلك الرمز المعبر عن الوظيفة .

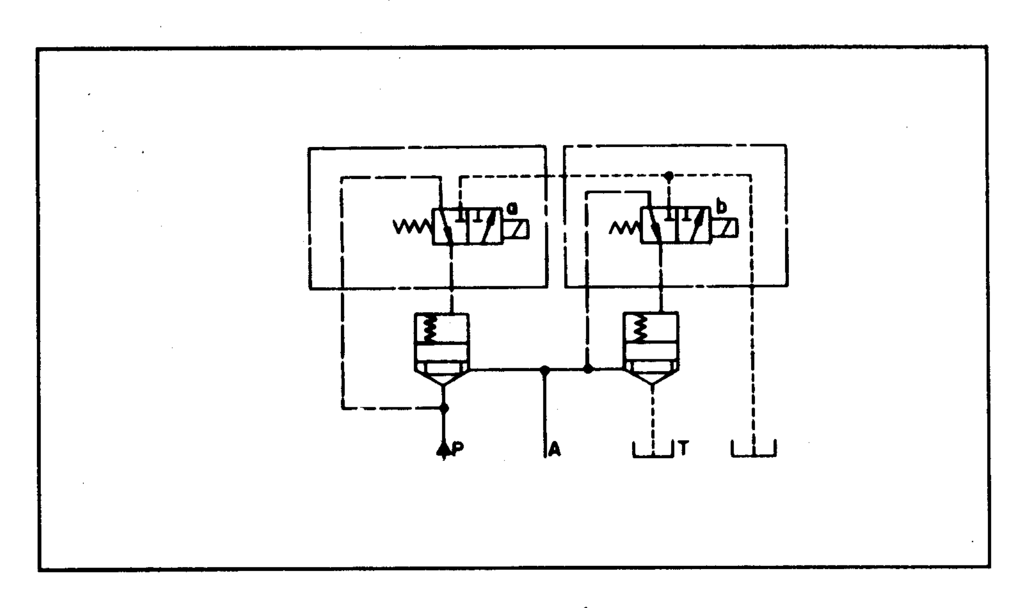


ويمكن استخدام صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق ، ليعمل كصمام تنظيم تدفق بتعويض لضغط ، فيما يلى رمز صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق بنسبة 1:1 وموصل مع صمام خانق قابل للمعايرة ، ليعمل كصمام تنظيم تدفق ثلاثى بتعويض ضغط ، وكذلك الرمز المعبر عن الوظيفة .



٥ ـ صمامات تحكم اتجاهية Directional Control Valves :

الشكل (٢ ـ ٣٦) يبين كيفية استخدام عدد 2 صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق بغطاء مزود بصمام اتجاهى 3/2 بملف وياى ، ليعمل كصمام اتجاهى 3/4 أى بثلاث وصلات وأربعة أوضاع تشغيل .



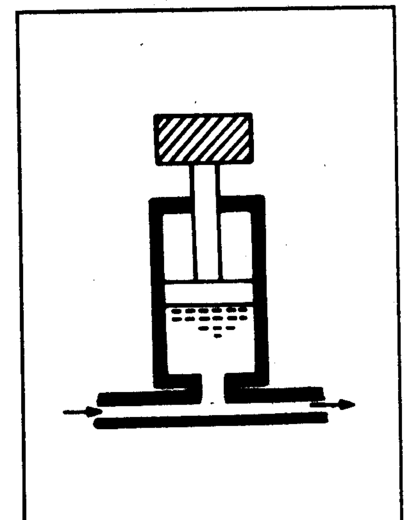
الشكل (٢ ـ ٣٦)

والجدول (٢ ـ ١) يوضح فكرة عمل هذه المجموعة كصمام 3/4 .

وضع التشغيل المكافىء	الملفات التى تعمل	الملفات التى لاتعمل
	a&b	—
	b	a
	a	b
	—	a&b

جدول (٢ ـ ١)

٢/٨ - المراكم الهيدروليكية Hydraulic Accumulators :



الشكل ٢ ـ ٣٧

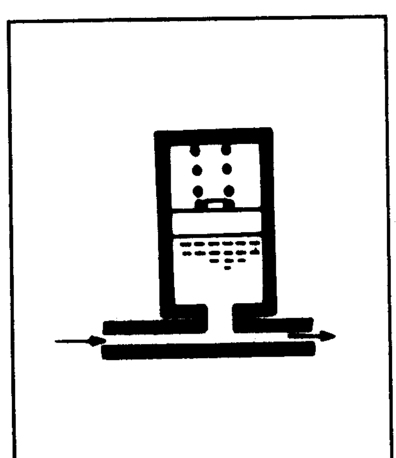
يمكن تعريف المركم الهيدروليكي بأنه خزان يستخدم لتخزين السائل الهيدروليكي تحت ضغط معين لحين الحاجة إليه، وهناك عدة أنواع من المراكم أهمها :

١ ـ المركم ذو الوزن (مركم الجاذبية) weight - Loaded accumulator:

ويتكون هذا المركم من اسطوانة تحتوى على مكبس متحرك مثبت أعلاه ثقل مصنوع من الخرسانة أو الحديد أو الصلب أو مواد أخرى والسطح الداخلي للمركم ناعم لتقليل الاحتكاك، وعند دخول زيت مضغوط داخل المركم يرتفع الثقل إلى أعلى وبذلك يخزن الزيت تحت ضغط لحين الحاجة . والشكل (٢ ـ ٣٧) يوضح قطاعاً مبسطاً لهذا المركم .

٢ ـ المركم ذو الياى Spring Loaded Accumulator :

وهو يتكون من اسطوانة تحتوى على مكبس متحرك يدفع إلى ناحية السائل الهيدروليكي بفعل ياى وهذا موضح بالشكل (٢ ـ ٣٨) .



الشكل ٢ ـ ٣٨

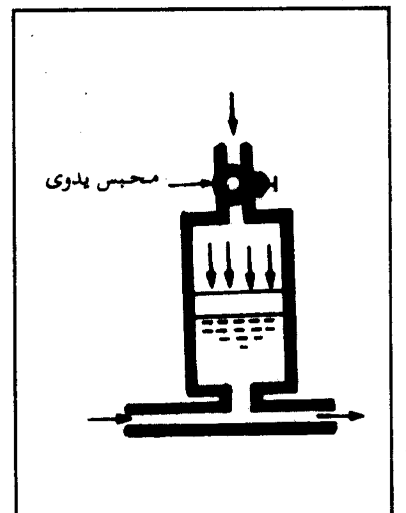
٣ ـ المركم ذو الكباس Piston type Accumulator :

وهو يتكون من اسطوانة تحتوى على مكبس متحرك يدفع إلى ناحية السائل بغاز كما هو موضح بالشكل (٢ ـ ٣٩) .

٤ ـ المركم ذو الكيس الغشائى Bladder Type :

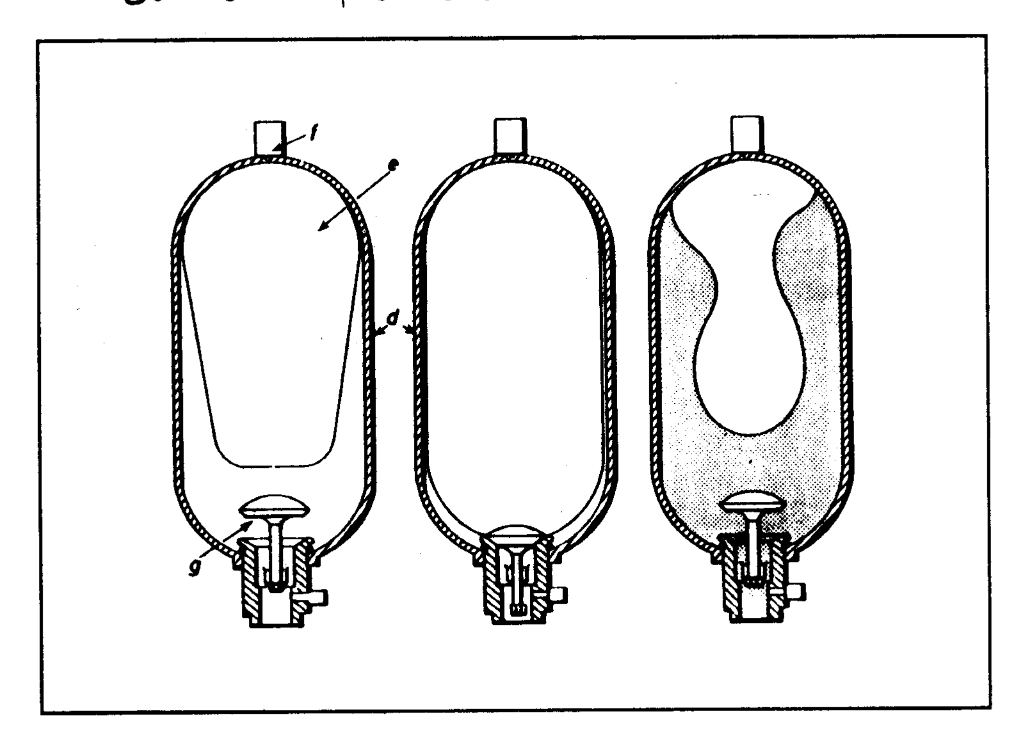
يتكون هذا المركم من وعاء فولاذى بيضاوى الشكل وبداخله كيس غشائى مملوء بغاز النيتروجين المضغوط ، حيث يتم شحن الكيس الغشائى المطاطي بالنيتروجين من صمام معد لذلك عندما يكون المركم فارغاً من السائل الهيدروليكي يملئ الكيس الغشائى المطاطي المركم ، ولكن عند السماح للسائل الهيدروليكي بالدخول للمركم يتقلص الكيس الغشائى طوال فترة تخزين السائل الهيدروليكي ، ولكن بمجرد تصريف السائل

الهيدروليكى من المركم يعود الغشاء المطاطى لوضعه الطبيعى ليملأ المركم من جديد .



الشكل (٢ ـ ٣٩)

والشكل (٢ ـ ٤٠) يعرض ثلاثة أشكال مختلفة للمركم ذو الغشاء ، فالشكل (أ) يعرض مركماً غشاؤه المطاطى فارغ من النيتروجين والصمام القفاز g مفتوح . والشكل (ب) يعرض مركماً قد تم شحن كيسة الغشائى e بغاز النيتروجين من الصمام f فتمدد الكيس الغشائى ليغلق الصمام القفاز g . والشكل جـ يعرض مركماً يتم شحنه بالزيت المضغوط حيث يكون الصمام القفاز g مفتوحاً بفعل ضغط الزيت المضغوط ، ويندفع الزيت المضغوط ليضغط على الكيس الغشائى فيزداد ضغط الغاز داخل الكيس الغشائى علماً بأن ضغط الغاز يكون مساوياً لضغط الزيت الموجود بالمركم عند الاتزان ، وفى اللحظة



الشكل (٢ ـ ٤٠)

التى يصبح عندها متطلب الدائرة من الزيت المضغوط أكبر من خرج المضخة يندفع الزيت المضغوط من المركم فينخفض الضغط بداخلة ؛ حتى يفرغ تماماً من شحنته

وهناك استخدمات مختلفة للمراكم نوجزها فيما يلى :

١ ـ مخزن احتياطى للسائل المضغوط ، ويستخدم عندما تحتاج الدائرة الهيدروليكية لكمية كبيرة من السائل المضغوط فى فترة زمنية قصيرة ، وبالتالى يمكن استخدام مضخة صغيرة الحجم بدلاً من مضخة كبيرة الحجم ، وذلك أوفر من الناحية الاقتصادية .

٢ ـ تعويض التسريب فى الدائرة الهيدروليكية وبالتالى يحافظ على ضغط الدائرة ثابتاً .

٣ ـ تخميد قفزات الضغط عند مخارج الاسطوانات بامتصاص هذه القفزات .

٤ ـ وحدة طوارئ تعمل على إنهاء عملية قد بدأت أثناء تعطل وحدة القدرة الهيدروليكية .

٩/٢ مجمعات التحكم الرأسية والأفقية :

Vertical and Horizontal Stacking Systems :

من المعروف أن الدوائر الهيدروليكية تحتاج لعدد كبير من أدوات التوصيل والوصلات الهيدروليكية عند التنفيذ ، وهذا بالطبع يحتاج لحيز كبير ، ونظراً لوجود بعض التطبيقات التى تحتاج لدوائر هيدروليكية تشغل حيزاً صغيراً ، مثل : المعدات الهيدروليكية المتنقلة ، الأمر الذى دفع الشركات المصنعة للعناصر الهيدروليكية لمحاولة حل هذه المشكلة . فقامت بإعداد دوائر بمجمعات التحكم الأفقية والرأسية وهى تتكون من مجموعة من العناصر الهيدروليكية مثبتة معاً بالاستعانة بمجموعة من الألواح البينية Subplates والقواعد Bases أهم مميزات المجمعات الرأسية والأفقية :

١ ـ تقليل الحيز المطلوب للتركيب .

٢ ـ تقليل عدد نقاط التسريب الممكنة .

٣ ـ مصممة لسهولة الصيانة وسرعة التركيب .

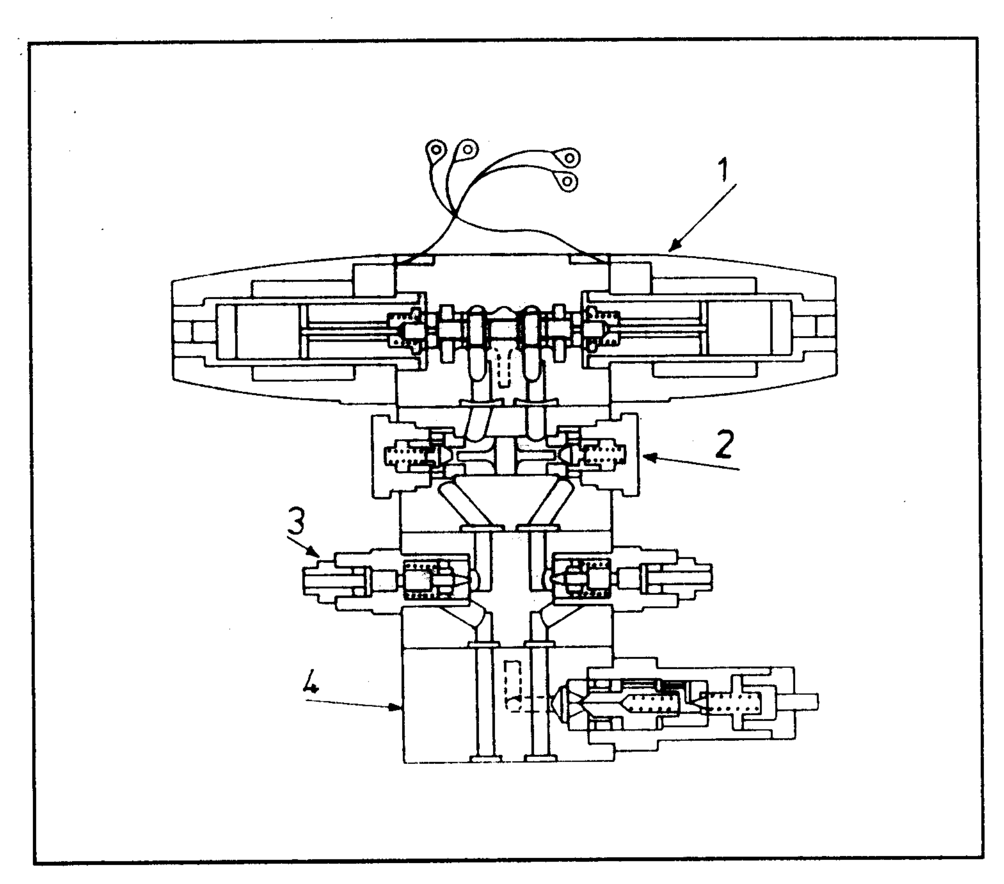
٤ ـ يمكن تغيير الدوائر الهيدروليكية لهذه المجمعات بسهولة ويسر .

والشكل (٢ ـ ٤١) يعرض مجمع تحكم رأسى من إنتاج شركة Sperry Vickers ويتكون من :

صمام اتجاهى 4/3 بملفين ويايين 1

صمام لارجعى مزدوج 2

صمام خانق لارجعى مزدوج 3



الشكل (٢ ـ ٤١)

صمام تصريف ضغط 4

والجدير بالذكر أن هذه المجمعات يتم تفصيلها للقيام بوظائف معينة لتناسب بعض الماكينات والمعدات ، لذلك يوجد اختلاف بين عدد ونوع العناصر الهيدروليكية المستخدمة من مجمع لآخر تبعاً لطبيعة التطبيق .

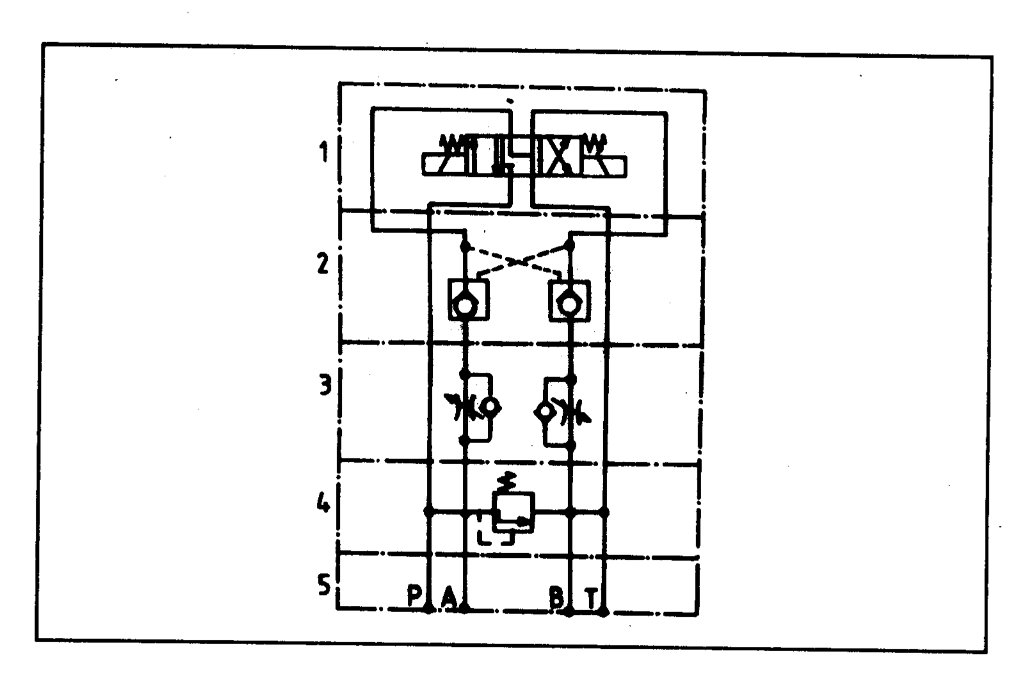
وفى الشكل (٢ ـ ٤٢) الدائرة الهيدروليكية لأحد مجمعات التحكم الرأسية . حيث إن :

صمام اتجاهى 4/3 بملفات كهربية 1 صمام خانق لارجعى مزدوج 3
صمام لارجعى مزدوج 2 صمام تصريف ضغط 4
قاعدة 5

٢/١٠ - موانع التسريب والحشو Seals and packings :

يمكن تقسيم موانع التسريب إلى قسمين هامين وهما :

١ ـ موانع تسريب توضع بين جسمين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر ، وتسمى بالحشو Packings أو بموانع التسريب الدوارة Running Seals) ستتناول



الشكل (٢ ـ ٤٢)

بالتفصيل فيما بعد) .

٢ ـ موانع تسريب توضع بين جسمين ثابتين تسمى بالجوانات Gaskets أو بموانع التسريب الاستاتيكية static seals ويوجد أنواع مختلفة من الجوانات مثل جوانات النوبرين Neoprene gaskets وجوانات الفلين cork gaskets وجوانات المطاط الصناعية والجوانات المعدنية ... إلخ .

ويعتمد نوع المادة المصنع منها موانع التسريب على عدة عوامل مثل : الضغط، ودرجة الحرارة ونوع المائع ، نوع الحركة ، وهناك أنواع مختلفة من هذه المواد مثل: الجلد ـ المطاط الصناعى ـ المطاط الطبيعى ـ الفلين ـ الإسبستس التيفلون والمعادن.

وعادة ما يستخدم المطاط الصناعى والفلين والجلد كموانع تسريب فى الأنظمة التى تعمل بالزيوت البترولية .

أما المطاط الطبيعى فيستخدم كموانع تسريب فى الأنظمة التى تعمل بزيوت غير بترولية ، ونستخدم موانع التسريب المصنعة من التيفلون ، والمعادن مع كلا

النوعين (الزيوت البترولية وغير البترولية) .

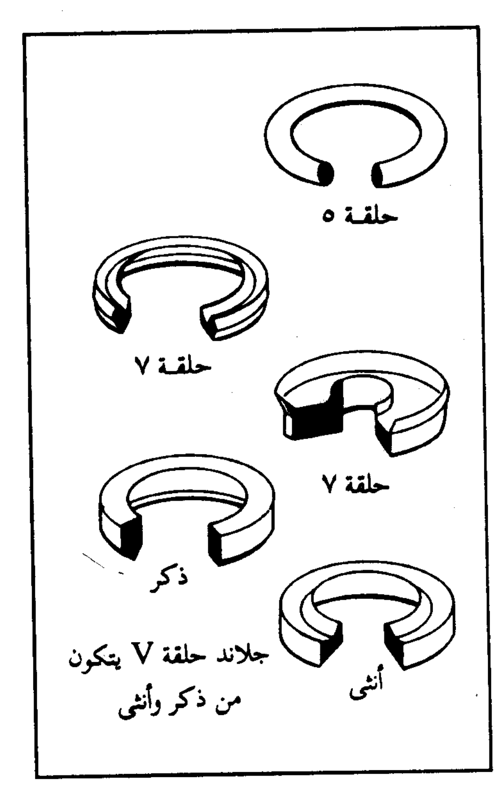
وتستخدم موانع التسريب المصنوعة من الإسبستس فى الأنظمة التى تعمل عند درجات الحرارة العالية .

٢/١٠/١ - الحشو Packings :

يستخدم الحشو كموانع تسريب فى الاسطوانات والصمامات ..... إلخ .

وتوجد عدة أشكال مختلفة للحشو مثل : حلقات o وحلقات مربعة وحلقات أحرف ، C, D, U, V ... إلخ .

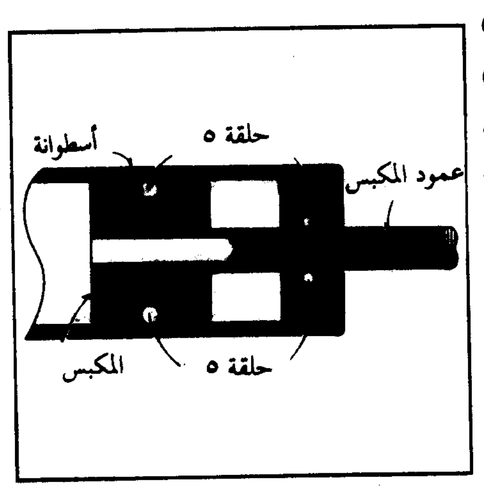
ولكل نوع من هذه الأنواع استخداماته والشكل (٢ ـ ٤٣) يعرض بعض هذه الأنواع ؛ وفيما يلى أهم هذه الأنواع بمزيد من التفصيل .



الشكل (٢ ـ ٤٣)

أولاً : حلقات o ‎(o Rings)‎ :

توضع حلقات o فى تجويفات لها مقاطع مستطيلة ، هذه الحلقات تمنع التسريب الداخلى والخارجى ، وتستخدم هذه الحلقات كموانع تسريب للمكابس والأعمدة ، وهذا موضح بالشكل (٢ ـ ٤٤) .



الشكل (٢ ـ ٤٤)

وعادة فإن جميع الأسطح التى تلامس حلقات O يجب أن تكون مزيتة ، وهذه الحلقات تتآكل بسرعة إذا لم تكن تزيت بالطريقة السليمة ، وهناك بعض العلامات الدالة على تلف حلقات O وهى كالآتى :

١ ـ وجود تشققات بها .

٢ ـ وجود شروخ على السطح الداخلى أو الخارجى .

٣ ـ التصاق مواد غريبة بها .

ويمكن بسهولة اكتشاف ذلك بواسطة مط حلقة o بأصبعين ، مع عدم تعدى حدود المرونة للحلقة .

وتستخدم حلقات o مباشرة عند الضغوط التى لا تتعدى 100 bar ، وذلك لأنه عند الضغوط العالية عن هذه القيمة يحدث تشوه لحلقات o ، ولمنع حدوث ذلك توضع حلقات o بين وردتين خلفيتين Back up Washers لمنع هذا التشوه عند الضغوط العالية ، وتصنع هذه الورد الخلفية من معادن رقيقة ـ بكاليت ـ تيفلون ـ جلد مدبوغ بالكروم chrome tanned leather .

وعادة لاتستخدم حلقات o فى الحالات الآتية :

١ ـ السرعات العالية .

٢ ـ قلة الزيت .

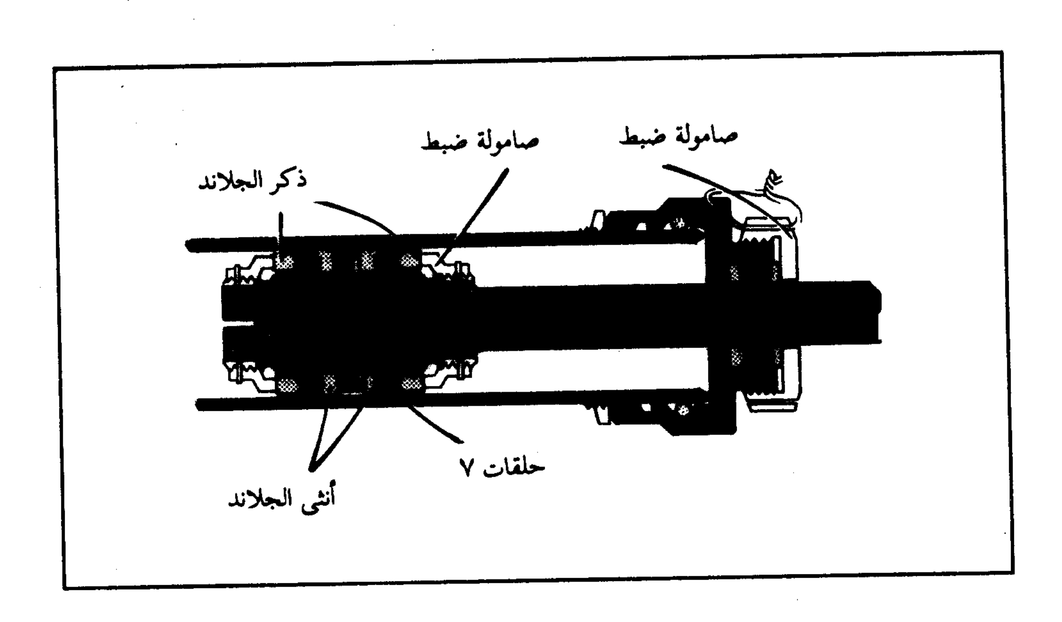
٣ ـ المشاوير الطويلة .

٤ ـ الأحمال الكبيرة .

٥ ـ الأحمال ذات القوى المستعرضة .

ثانياً : حلقات V (V ringes) :

عادة ما تستخدم حلقات V كموانع تسريب فى اتجاه واحد ، فإذا استخدمت كموانع تسريب لمكبس يجب استخدام مجموعتين من حلقات V ، فعادة تثبت حلقات V بحيث تقابل قمة V الضغط ، وبعد التأكد من ارتكاز حلقات V الصحيح يتم ربط الضبط والشكل(٢ـ٤٥) يبين قطاعاً فى اسطوانة يستخدم فيها حلقات V.



الشكل (٢ ـ ٤٥)

الباب الثالث

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

٣/١ - التصميمات المختلفة لدوائر وحدات القدرة الهيدروليكية :

هناك تصميمات مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية . وفى الشكل (٣ ـ ١) عرض لثلاث دوائر مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية علماً بأن كل العناصر المكونة لوحدات القدرة الهيدروليكية سبق وأن تناولناها فى البابين الأول ، والثانى .

وفيما يلى العناصر المكونه لوحدة القدرة الموضحة بالشكل أ :

1 : مضخة هيدروليكية .

2 : صمام تصريف المضخة عند وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام .

3 : محبس يدوى .

4 : مبين ضغط .

5 : مرشح الملء والتنفيس .

6 : مرشح السحب .

7: مرشح الراجع .

8 : صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده .

9 : مبرد .

10 : الخزان .

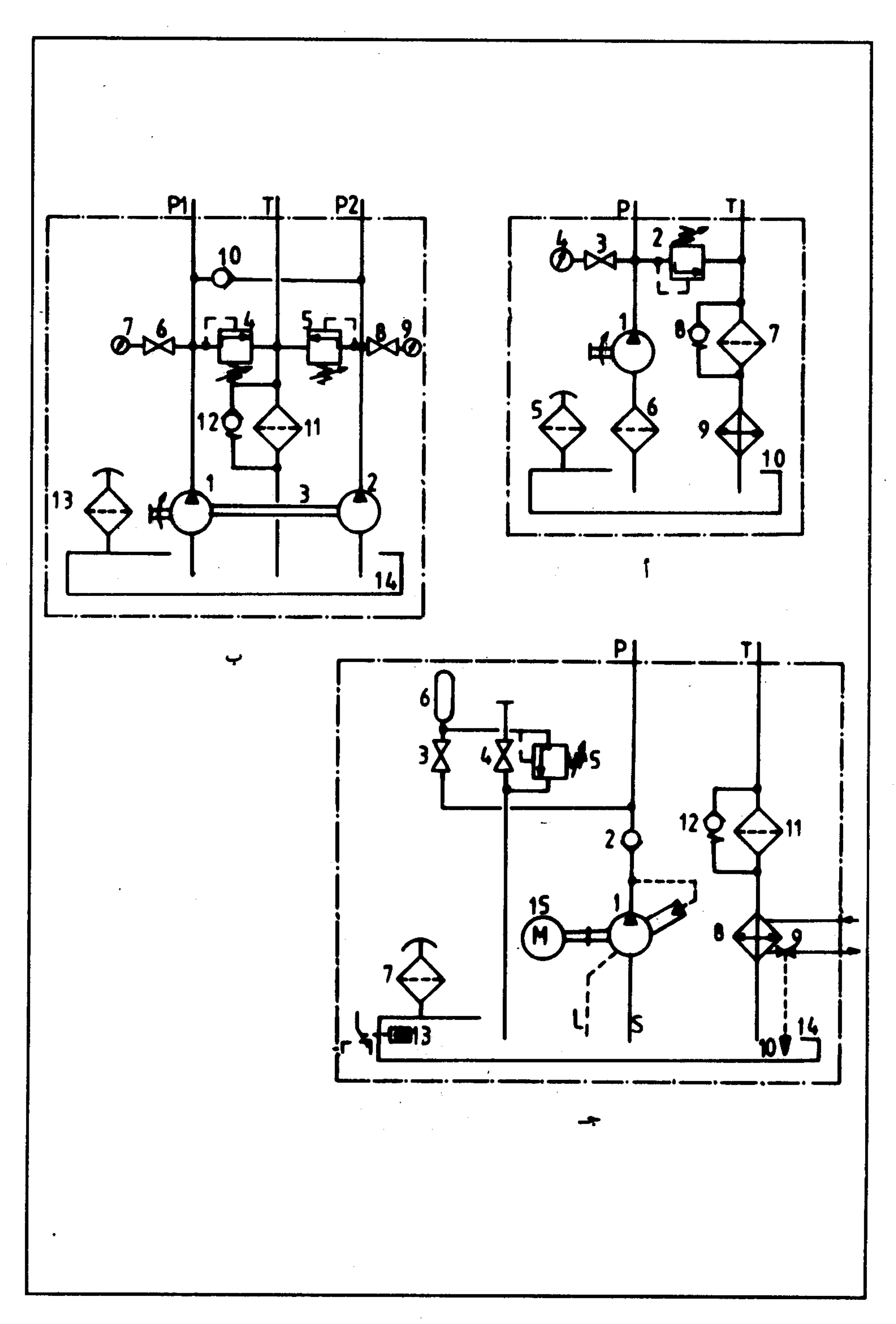
وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالشكل ب :

1 : مضخة ذات ضغط عالٍ HP، وحجم منخفض LV .

2 : مضخة ذات ضغط منخفض LP وحجم عالٍ HV.

3 : وصلة ميكانيكية .

4 : صمام تصريف المضخه 1 .



الشكل (٣ ـ ١)

5 : صمام تصريف المضخه 2 .

6 : محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 7 .

7 : مبين ضغط لقياس ضغط المضخه 1 .

8 : محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 9.

9 : مبين ضغط لقياس ضغط المضخة 2 .

10: صمام لارجعى .

11 : مرشح راجع.

12 : صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده .

13 : مرشح ملء وتنفيس .

14 : خزان .

وفيما يلي العناصر المستخدمة فى وحدة القدرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل جـ:

1 : مضخة متغيرة الحجم الهندسى .

2 : صمام لارجعى يمنع عودة الزيت للمضخة .

3 : محبس يدوى للتحكم فى ملء المركم 6 .

4 : محبس يدوى للتحكم فى تفريغ المركم 6 .

5 : صمام تصريف المركم.

6 : المركم .

7 : مرشح ملء وتنفيس .

8 : مبرد .

9 : محبس كهربى يتحكم فى تدفق سائل التبريد للمبرد ـ ذاتياً ـ عند ارتفاع حرارة الزيت .

10 : محبس درجة حرارة الزيت الهيدروليكى .

11 : مرشح الزيت الراجع .

12 : صمام لارجعى يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح 11 .

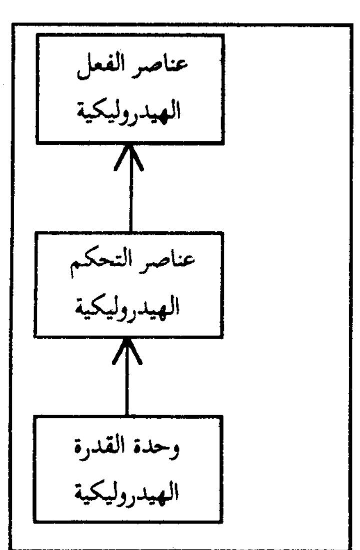
13 : عوامة كهربيةموصلة بدائرة إنذار تعمل عند نقص مستوى الزيت .

14 : الخزان.

15 : محرك كهربى .

٣/٢ - التحكم فى تشغيل الاسطوانات :

تستخدم عادة مخططات توضيحيه للدوائر الهيدروليكيه تستخدم فيها الرموز الهيدروليكية الموضحة (بالملحق رقم ٣) حيث يرمز لكل عنصر هيدروليكى برمز يعبر عنه ويمكن معرفة طريقة توصيل العناصر الهيدروليكيه المستخدمة من هذه الدوائر الهيدروليكية وكذلك يمكن فهم طريقة عمل الدائرة من هذه المخططات .



يالشكل (٣ ـ ٢)

وفى الشكل (٣ ـ ٢) مخطط يوضح الهيكل العام لدائرة التحكم الهيدروليكية، وهى تتكون من ثلاثة عناصر أساسية وهى :

١ ـ وحدة القدرة الهيدروليكية .

٢ ـ عناصر التحكم الهيدروليكية مثل الصمامات الاتجاهية وصمامات التحكم فى الضغط والتدفق ... إلخ .

٣ ـ عناصر الفعل مثل الاسطوانات والمحركات.

٣/٢/١ ـ التحكم فى اسطوانة أحادية الفعل :

الشكل(٣ ـ ٣) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل .

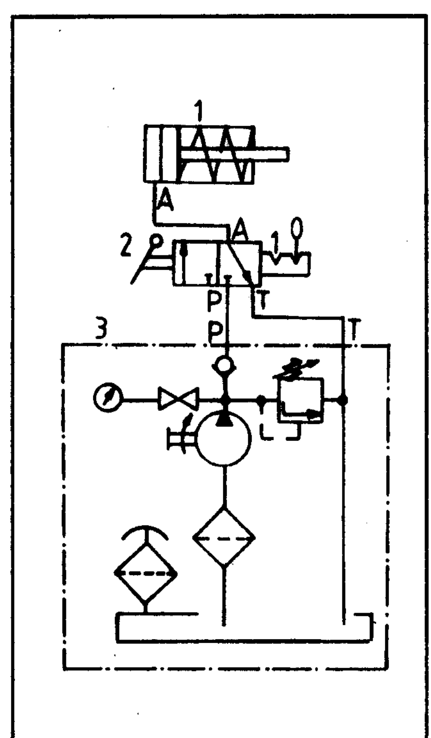
محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 ـ أسطوانة أحادية الفعل .

2 ـ صمام 3/2 بذراع تشغيل وياى .

3 ـ وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية :



الشكل (٣ ـ ٣)

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع1 يتغير وضع التشغيل لهذا الصمام من الوضع الابتدائى الأيمن إلى وضع التشغيل الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية 3 فى المسار p → A ، ليدفع مكبس الاسطوانة 1 للأمام، وبمجرد إعادة ذراع تشغيل الصمام 2 لوضع (٥) يعود وضع التشغيل للصمام 2 إلى الوضع الابتدائى الأيمن ، فيندفع الزيت المضغوط من خلف المكبس من الفتحة A ومروراً بالمسار A → T وصولاً لخزان وحدة القدرة ، وتتراجع الاسطوانة للخلف بفعل ياى إرجاع الاسطوانة .

٣/٢/٢ ـ التحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل :

الشكل (٣ ـ ٤) يوضح دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 ـ أسطوانة ثنائية الفعل .

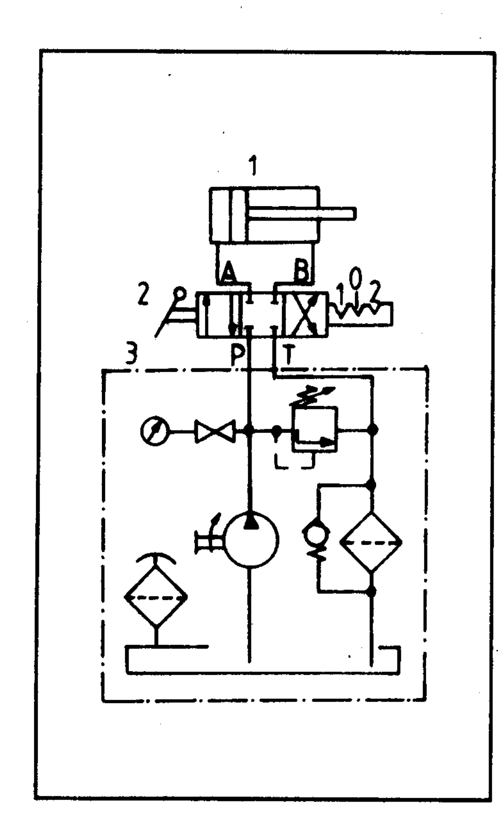
2 ـ صمام اتجاهى 4/2 بذراع تشغيل بموضعين .

3 ـ وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام

من الوضع الابتــدائى الأيمن للوضع الثانوى الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة 3 فى المسار p → A دافعاً مكبس الاسطوانة للأمام ، بينما يعود الزيت الراجع من أمام مكبس الاسطوانة من الفتحة B للاسطوانة ليمر فى المسار B → T فى الصمام 2 وصولاً لخزان وحدة القدرة 3 ، وعند إعادة ذراع الصمام 2 لوضع (o) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى الأيمن ، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 3 مروراً بالمسار p → T ووصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فتتراجع الاسطوانة للخلف ، بينما يعود الزيت الراجع من خـلف المكبس فى المسار A → T (للصمام 2) وصولاً لخزان وحدة القدرة .



الشكل (٣ ـ ٤)

أما الشكل (٣ ـ ٥) فيعرض دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى اسطوانة ثنائية الفعل يمكن إيقافها فى أى نقطة فى شوط الذهاب أو العودة .

ومحتويات الدائرة الهيدروليكية هى :

اسطوانة ثنائية الفعل 1 .

صمام 4/3 بذراع تشغيل 2 .

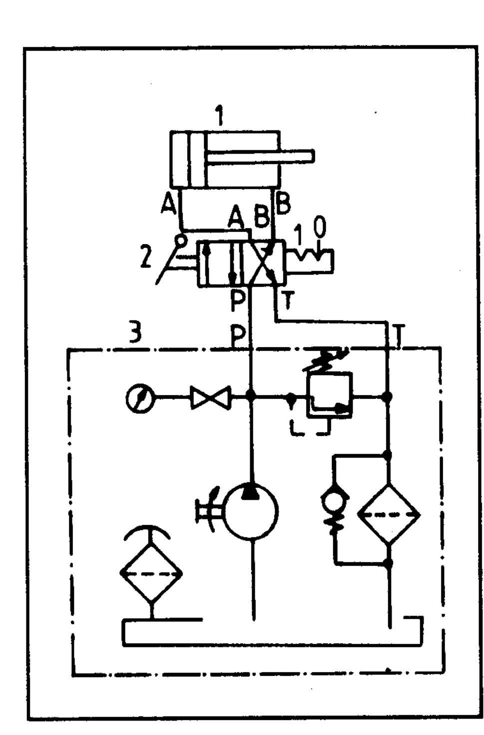
وحدة القدرة الهيدروليكية 3 .

فكره عمل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيسر فيمر الزيت المضغوط من وحدة

القدرة 3 عبر المسار A ← p دافعاً مكبس الاسطوانة 1 للأمام ، بينما يعود الزيت الراجع من أمام مكبس الاسطوانة فى المسار A ←B و صولاً للخزان .

وعند إعادة ذراع الصمام 2 للوضع (o) يعود وضع تشغيل الصمام 2 للوضع المركزى فتتوقف الاسطوانة عند آخر وضع لها فى شوط الذهاب . عند وضع ذراع الصمام 2 على الوضع (2) يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيمن فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 3 عبر المسار B ← p وصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فتتراجع الاسطوانة 1 للخلف بينما يعود الزيت الراجع من الفتحة A للاسطوانة 1 عبر المسار T ← A للصمام 2 وصولاً للخزان .



الشكل (٣ ـ ٥)

ويمكن إيقاف الاسطوانة 1 عند أى نقطة فى شوط العودة ، وذلك بإعادة ذراع تشغيل الصمام 2 لوضع o .

٣/٢/٣ ـ التوصيل المتتالى للصمامات الاتجاهية :

فى الشكل (٣ ـ ٦) دائرة هيدروليكية توضح طريقة التوصيل المتتالى لعدد 2 صمام اتجاهى 4/3 بذراع تشغيل .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة ثنائية الفعل . 2 و1

صمام 4/3 بذراع تشغيل . 4و3

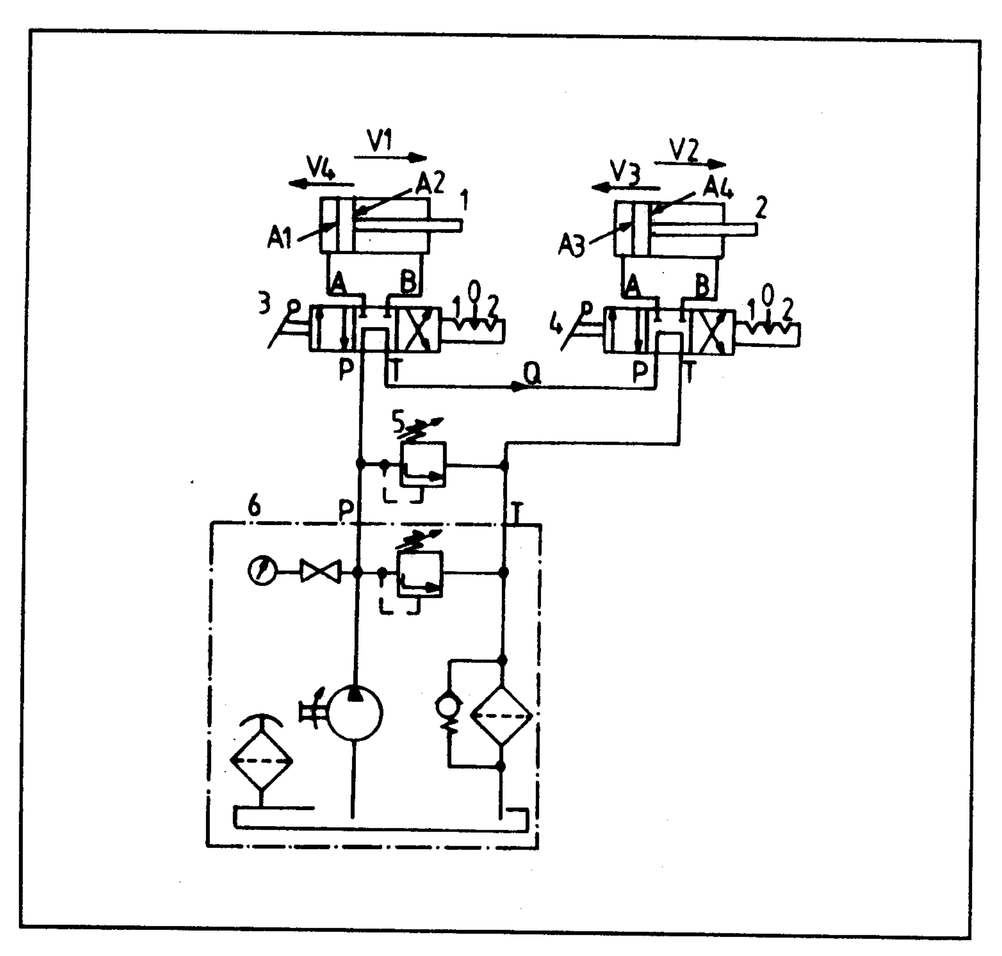
صمام تصريف مباشر . 5

وحدة القدرة الهيدروليكية . 6

فكره تشغيل الدائرة :

عندما يكون ذراعا تشغيل الصمامين 3,4 على وضع 1 يكون كلا الصمامين على وضع التشغيل الأيسر ، وبالتالى تتقدم الاسطوانتان 1,2 للأمام ، ولكن لتحقق ذلك ، يجب تحقق الشرط التالى .

$$P \cdot A1 > F1 + F2$$



الشكل (٣ ـ ٦)

حيث إن :

حمل الأسطوانة 1 عند الذهاب F_1 .

حمل الاسطوانة 2 عند الذهاب F_2 .

مساحة مكبس الاسطوانة 1 A_1 .

ضغط التشغيل لوحدة القدرة P .

والعلاقة التالية تعطى النسبه بين سرعة الاسطوانة الأولى إلى سرعة الاسطوانة الثانية عند الذهاب .

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{Q}{A_2}}{\frac{Q}{A_3}} = \frac{A_3}{A_2}$$

حيث إن :

سرعة الاسطوانة الأولى عند الذهاب $V1$.

سرعة الاسطوانة الثانية عند الذهاب $V2$.

معدل تدفق الزيت الهيدروليكى الخارج من الاسطوانه 1 والداخل إلى الاسطوانة 2 Q .

وعند وضع ذراعى تشغيل الصمامين 4 و 3 على وضع 2 يصبح كلا الصمامين على وضع التشغيل الأيمن وبالتالى تتراجع الأسطوانتان 2 و 1 للخلف ولتحقق ذلك يجب تحقق الشرط التالى :

$$P . A_2 > F_3 + F_4$$

حيث إن :

حمل الاسطوانة 1 عند العودة $F3$.

حمل الاسطوانة 2 عند العودة $F4$.

ضغط التشغيل لوحدة القدرة P .

والعلاقة التالية تعطى النسبة بين سرعة الاسطوانة الأولى إلى سرعة الاسطوانة

الثانية عند العودة .

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{\frac{Q}{A_1}}{\frac{Q}{A_4}} = \frac{A_4}{A_1}$$

حيث إن :

V_3 هى سرعة الاسطوانة الأولى عند العودة ، V_4 هى سرعة الاسطوانة الثانية عند العودة ، Q هو معدل تدفق الزيت الهيدروليكى الخارج من الاسطوانة الأولى والداخل إلى الاسطوانة الثانية .

ملاحظة :

يستخدم صمام تصريف الضغط المباشر 5 لضبط الضغط الأقصى للدائرة عندما يكون هذا الضغط أقل من الضغط المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية بواسطة صمام تصريف الضغط الخاص بها .

٣/٢/٤ ـ توصيل الصمامات الاتجاهية على التوازى :

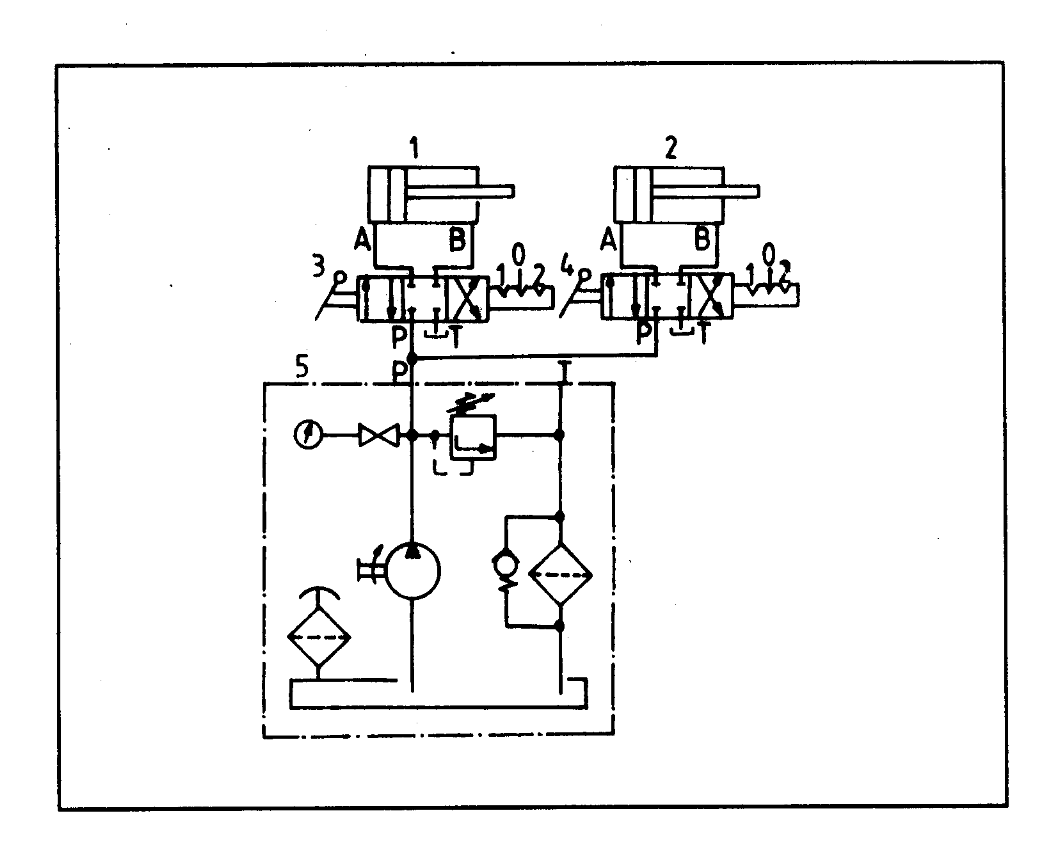
فى الشكل (٣ ـ ٧) دائرة هيدروليكية بسيطة توضح طريقة توصيل صمامين اتجاهيين 4/3 على التوازى .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة ثنائية الفعل .	2 و1
صمام 4/3 بذراع تشغيل .	3و4
وحدة القدرة الهيدروليكية .	5,

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع أذرع تشغيل الصمامات 3,4 على وضع 1 يتغير وضع تشغيل الصمامين إلى وضع التشغيل الأيسر ، فتتقدم الأسطوانتان 1,2 فى آن واحد ، لكن لتحقيق ذلك يلزم تحقق الشرطين الآتيين :



الشكل (٣ ـ ٧)

١ ـ يجب أن يكون تدفق المضخة كافياً للحفاظ على ضغط التشغيل اللازم للاسطوانتين .

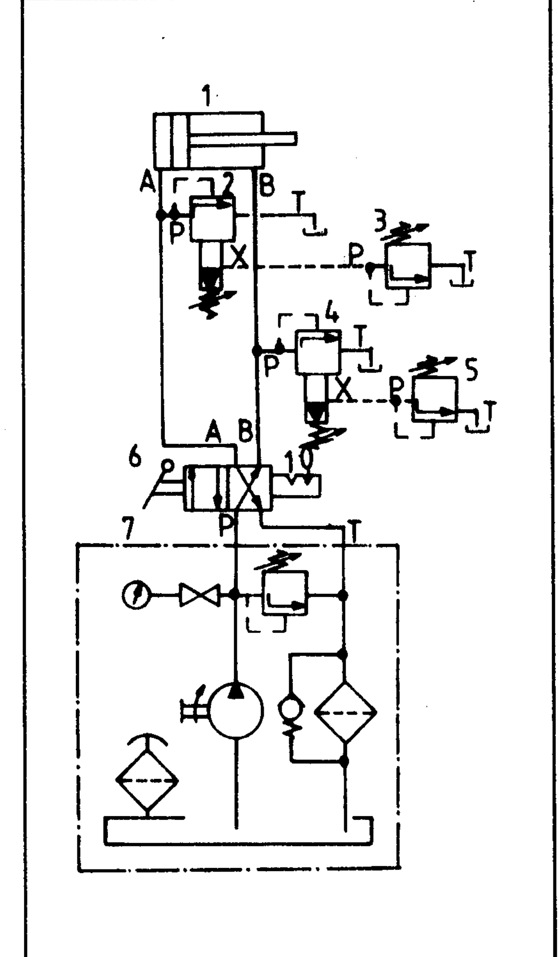
٢ ـ أن يكون حمل الاسطوانتين متساوياً ، فإن لم يكن كذلك فإن ضغط المضخة سيتحدد تبعاً للاسطوانة ذات الحمل الأقل ، وبالتالى تتقدم الاسطوانة ذات الحمل الأقل أولاً ، وعند وصولها لنهاية الشوط يرتفع ضغط المضخة حتى يصل للقيمة اللازمة لتحريك الاسطوانة الثانية فتتقدم هى الأخرى .

ملاحظة :

لاتوجد علاقة ثابتة بين سرعة الاسطوانة الأولى والاسطوانة الثانية فى هذه الحالة.

٣/٣ - الدائرة الهيدروليكية ذات الضغوط المختلفة :

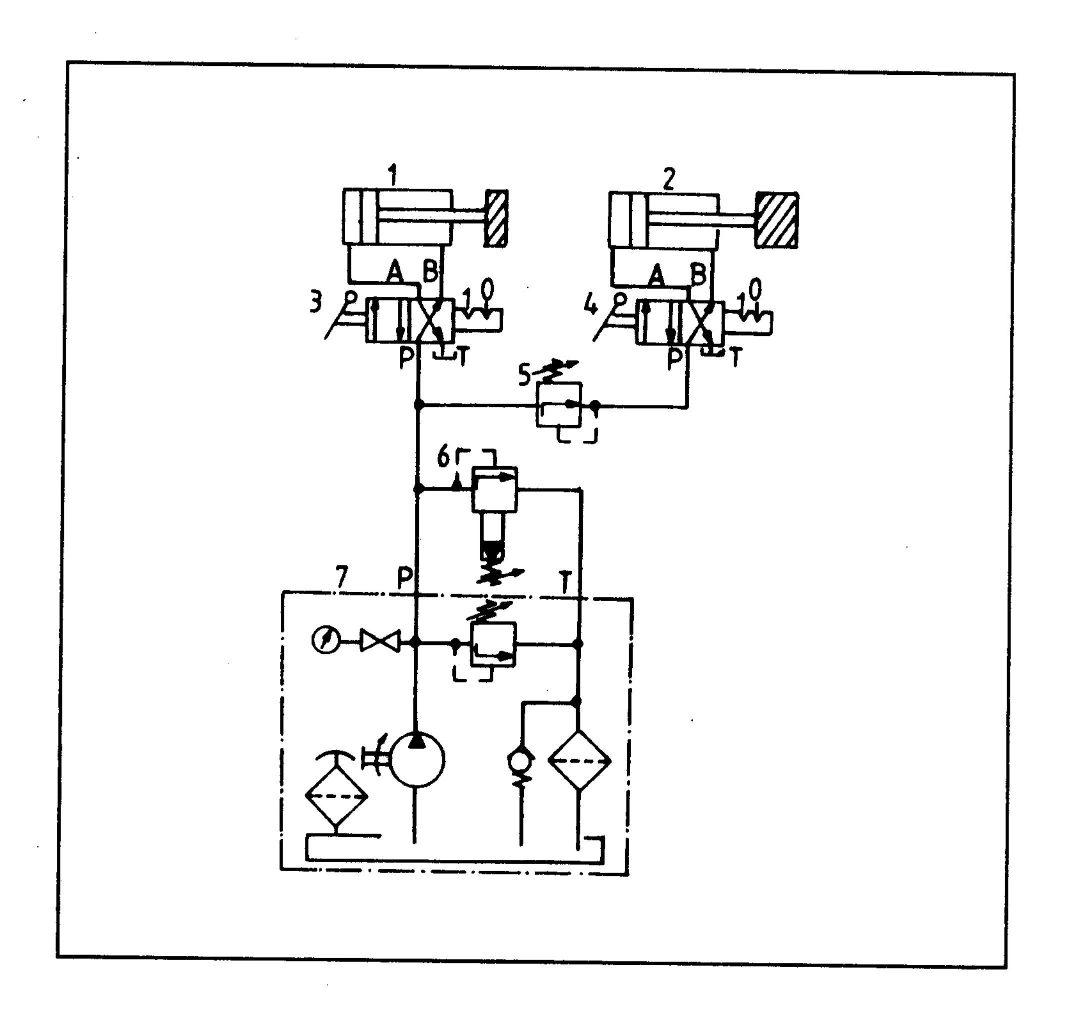
إن أهم العناصر الهيدروليكية للحد من زيادة ضغط الدائرة الهيدروليكية عن حد معين هو صمامات تصريف الضغط المباشر ، وكذلك صمامات تصريف الضغط سابقة التحكم ، وهى عادة ما تكون بلا فائدة إلى أن يزداد ضغط السائل الهيدروليكى للحد المعايرة عليه .



الشكل ٣ ـ ٨

والشكل (٣ ـ ٨) يعرض دائرة هيدروليكية تعمل عند ضغطى تشغيل ، الضغط الأول هو ضغط الدائرة عند شوط الذهاب للاسطوانة ، ويتم تحديده بواسطة صمام تصريف الضغط سابق التحكم 2 والذى يمكن التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف الضغط المباشر 3 أما الضغط الثانى فهو ضغط الدائرة عند شوط العودة للاسطوانة ويتم تحديدة بواسطة صمام تصريف الضغط سابق التحكم 4 ، والذى يمكن التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف الضغط المباشر 5.

والشكل (٣ ـ ٩) يعرض دائرة هيدروليكية أخرى تعمل عند ضغطى تشغيل، الضغط الأول : هو ضغط تشغيل الاسطوانة 1 ، وهو الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط سابق التحكم 6 ، والضغط الثانى : هو ضغط تشغيل الاسطوانة 2 ، وهو الضغط المعاير عليه صمام تقليل الضغط بدون فتحة تصريف 5 .



الشكل (٣ ـ ٩)

ملاحظة :

عادة يستخدم صمام تصريف ضغط سابق التحكم Pilot Operated Relief Valve عندما تستدعي الضرورة المحافظة على الحد الأقصى للدائرة عند قيم دقيقة لا تحتمل الخطأ عند أى معدل تدفق ، خصوصاً معدلات التدفق العالية ، حيث إن قيمة الخطأ لا تتجاوز ±1% من القيمة المعاير عليها الصمام .

٣/٤ ـ منع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات :

عند استخدام صمام 4/3 بوضع مركزى (تعادل) مغلق الفتحات فإنه يمكن إيقاف الاسطوانة عند أى نقطة فى شوطى الذهاب والعودة، ولكن يعاب على ذلك

أنه إذا توقفت الاسطوانة مدة طويلة عند نقطة بينية فى شوط الذهاب أو العودة تتراجع الاسطوانة جبرياً إذا تعرضت لقوة دفع فى اتجاه شوط عودتها ، وتتقدم الاسطوانة جبرياً إذا تعرضت لقوة مؤثرةفى اتجاه ذهاب الاسطوانة ، والسبب فى ذلك هو التسربات التى تحدث فى الصمامات المنزلقة .

ويتم منع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات بثلاثة طرق مختلفة وهى كالآتى :

١ - باستخدام الصمامات اللارجعية .

٢ - باستخدام صمامات معاكسة الوزن .

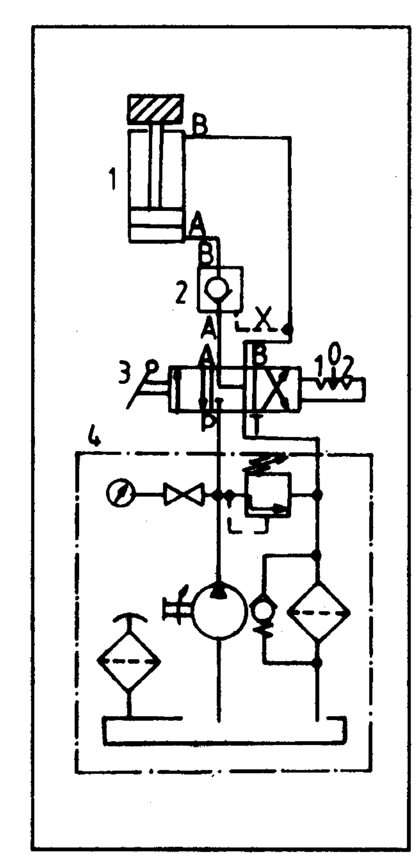
٣ - باستخدام الصمامات اللارجعيةوصمامات معاكسة الوزن معاً .

٣/٤/١ - منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام الصمامات اللارجعية :

الشكل (٣ - ١٠) يعرض دائرةهيدروليكية للتحكم فى اسطوانة ترفع ثقل لأعلى مستخدماً صماماً لارجعياً بإشارة تحكم، لمنع التراجع الجبرى للاسطوانة .

محتويات الدائرة :

اسطوانة ثنائية الفعل.	1
صمام لارجعى بإشارةتحكم.	2
صمام بذراع تشغيل .	3
وحدة القدرة الهيدروليكية .	4



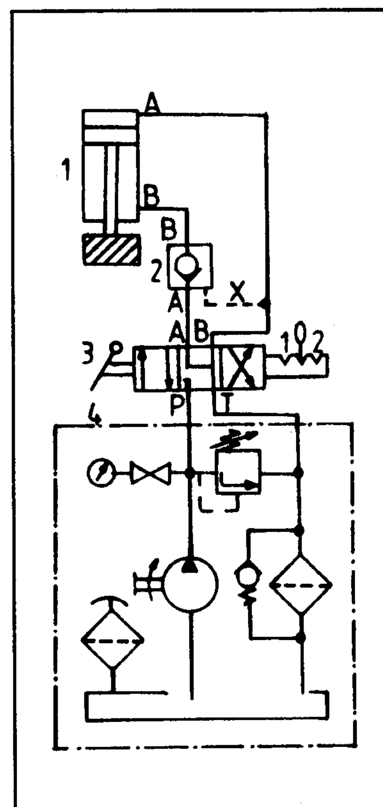
الشكل (٣ - ١٠)

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 مروراً بالمسار A ➔ P للصمام 3 ثم مروراً بالصمام اللارجعى 2 فى المسار B ➔ A وصولاً للاسطوانة 1 فيندفع مكبس الاسطوانة 1 لأعلى بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار T ➔ B للصمام 3 ، ووصولاً للخزان ، وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) تتوقف الاسطوانة فى الحال.

ولكن لا يحدث للاسطوانة تراجع بفعل الثقل الخارجى ، وذلك لأن الصمام اللارجعى يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى الاتجاه A ➔ B إلا عند وصول ضغط للفتحة وهذا لن يحدث إلا عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 علي الوضع 2 لإعادة الاسطوانة للخلف .

وفى الشكل (٣ – ١١) دائرة هيدروليكية أخري للتحكم فى اسطوانة دفع ثقلٍ لأسفل مستخدماً صماما لارجعياً بإشارة تحكم ،لمنع التقدم الجبرى للاسطوانة علماً بأن محتويات هذه الدائرة لا تختلف عن السابقة .



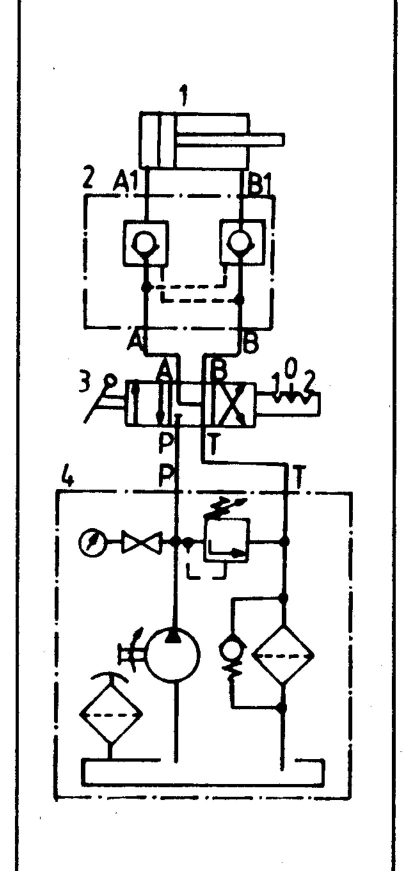
الشكل (٣ – ١١)

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع 2 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 مروراً بالمسار B ➔ P للصمام 3 وصولاً للاسطوانة 1 فيندفع مكبس الأسطوانة لأسفل ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى فى المسار A ➔ B (وذلك نتيجة لوصول ضغط للفتحة X) ثم بعد ذلك مروراً بالمسار T ➔ A للصمام 3 وصولاً للخزان،

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع 1 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 مروراً بالمسار A ← P للصمام 3 ومروراً بالصمام اللارجعى 2 فى المسار A ← B وصولاً للاسطوانة فتتراجع الاسطوانة لأعلي ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة إلى الخزان عبر المسار T ← B للصمام 3 وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (0) تتوقف الاسطوانة عند آخر وضع لها علماً بأنه لن يحدث تقدم جبرى للاسطوانة 1 بفعل الثقل الخارجي وذلك لان الصمام اللارجعى 2 يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى الاتجاه A ← B إلا عند وصول ضغط للفتحة وهذا لن يحدث إلا عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع (2) .

وفى الشكل (٣ - ١٢) دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة ثنائية الفعل تتعرض لأحمال غير ثابتة الاتجاه مستخدماً صماماً لارجعياً مزدوجا لمنع التقدم والتراجع الجبرى للاسطوانة .



الشكل (٣ - ١٢)

محتويات الدائرة :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام لارجعى مزدوج	2
صمام 4/3 بوضع تعادل عائم	3
صمام تصريف ضغط سابق التحكم	4
وحدةقدرة هيدروليكية	5

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط فى المسار A ← P ثم عبر الصمام اللارجعى

الأيسر للصمام المزدوج 2 فى الاتجـــاه A1 ← A وصولا للاسطوانة 1 ،فتتقـــدم الاسطوانة للأمام ويعود الزيت الراجع من الاسطوانةعبر الصمام اللارجعى الأيمن للصمام اللارجعى المزدوج 2 فى الاتجاه B ← B1 (نتيجة لوصول إشارة ضغط لفتحة التحكم الخاصة بالصمام اللارجعى الأيمن) ثم عبر الصمام الاتجاهى 3 فى المسار T ← B وصولاً للخزان .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع 2 يمر الزيت المضغوط فى المسار B ← P ثم عبر الصمام اللارجعى الأيمن فى الاتجاه B1 ← B وصولاً للاسطوانة 1 ، فتتراجع الاسطوانة للخلف ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى الأيسر فى المسار A ← A1 (نتيجة لوصول إشارة ضغط لفتحة التحكم الخاصة بالصمام اللارجعى الأيسر) ، ثم عبر الصمام الاتجاهى 3 فى المسار T ← A وصولاً للخزان .

علماً بأنه فى وقت التوقف أى أثناء توقف الاسطوانة فى أى موضع فإنه لايمكن تقدم الاسطوانة إلى الأمام أو تراجعها للخلف ، وذلك لأن الصمام اللارجعى المزدوج يمنع ذلك، فحتى تتقدم الاسطوانة للأمام لابد من مرور الزيت الخارج من الاسطوانة فى المسار B ← B1 ، وهذا لا يمكن حدوثه بدون وصول إشارة ضغط لفتحة التحكم للصمام اللارجعى الأيمن ، وأيضاً حتى تتراجع الاسطوانة للخلف لابد من مرور الزيت الخارج من الاسطوانة فى المسارA ← A1 وهذا لا يمكن حدوثه بدون وصول إشارة ضغط لفتحة التحكم للصمام اللارجعى الأيسر.

ملاحظات :

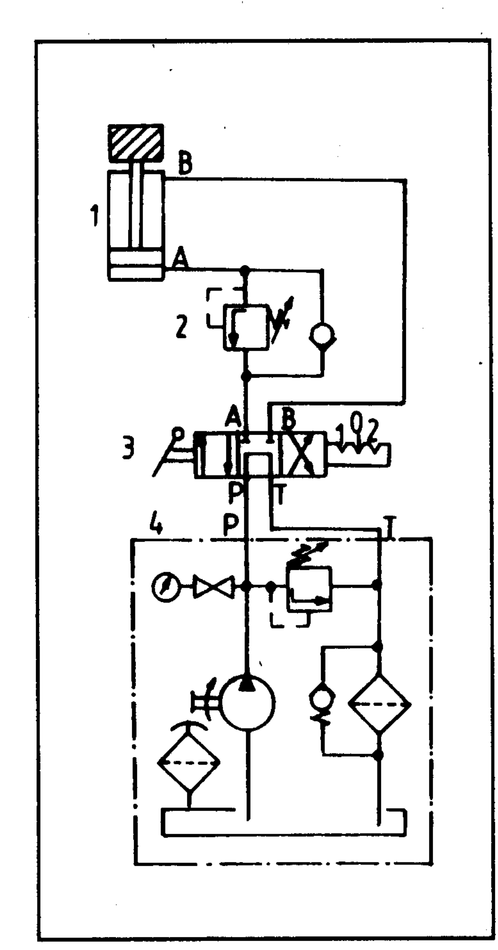
١ – عند استخدام صمامات لارجعية لمنع التقدم والتراجع الجبرى للاسطوانات يجب استخدام صمام اتجاهى 4/3 بوضع مركزى (تعادل) عائم متصل بالخزان .

٢ – يفضل استخدام الصمامات اللارجعية ، لمنع التقدم أو التراجع الجبرى للاسطوانات عند السكون بفعل أوزان خارجية ثابتة أو متغيرة القيمة .

٣/٤/٢ – منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام صمامات معاكسة الوزن :

يتكون صمام معاكسة الوزن من صمام تتابعى بالتوازى مع صمام لارجعى

والشكل (٣ - ١٣) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة ترفع ثقلاً لأعلي مستخدماً صمام معاكسة الوزن لمنع التراجع الجبرى للاسطوانة .



الشكل (٣ ـ ١٣)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام معاكسة الوزن	2
صمام 4/3 بذراع تشغيل بوضع تعادل تتابعى .	3
وحدة قدرة هيدروليكية	4

فكرة تشغيل الدائرة :

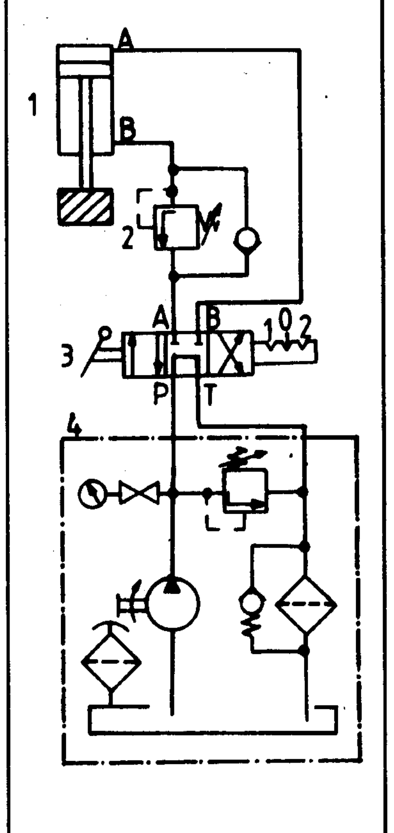
عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية عبر المسار A ← P للصمام 3 ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولاً للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة لأعلي ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار T ← B للصمام 3 وصولاً للخزان ، ويمكن إيقاف الاسطوانة عند أى موضع بإعادة ذراع تشغيل الصمام الاتجاهى 3 على وضع (0) .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (2) يمر الزيت المضغوط عبر المسارB ← P ووصولاً للاسطوانة 1 فيزداد الضغط أمام مكبس الاسطوانة حتي يصل الضغط الخارج من الاسطوانة إلي الضغط اللازم لفتح الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 2 ، فتتراجع الاسطوانة لأسفل ويمر الزيت الراجع من الاسطوانة عبر

المسار T ← A في الصمام الاتجاهى 3 وصولاً للخزان ، لذلك يقال إن مكبس الاسطوانة ممسوك هيدروليكيا بين قوتين الأولي ناتجه عن الضغط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية والقوة الثانية : ناتجة عن الضغط العكسى المتولد من صمام معاكسة الوزن ، ولذلك فإن حركة المكبس تكون منتظمة إذا كان حمل الاسطوانة ثابتاً .

ملاحظة :

يعاير صمام معاكسة الوزن على ضغط أكبر من الضغط المتولد نتيجة للثقل الخارجى حتي يمنع تراجع الاسطوانةوقت الراحة (أثناء التوقف) .



الشكل (٣ ـ ١٤)

والشكل (٣ - ١٤) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأسفل مستخدمةً صمام معاكسة الوزن ، لمنع التقدم الجبرى للاسطوانة .

علماً بأن محتويات الدائرة الهيدروليكية لا تختلف عن مثيلتها فى الشكل السابق .

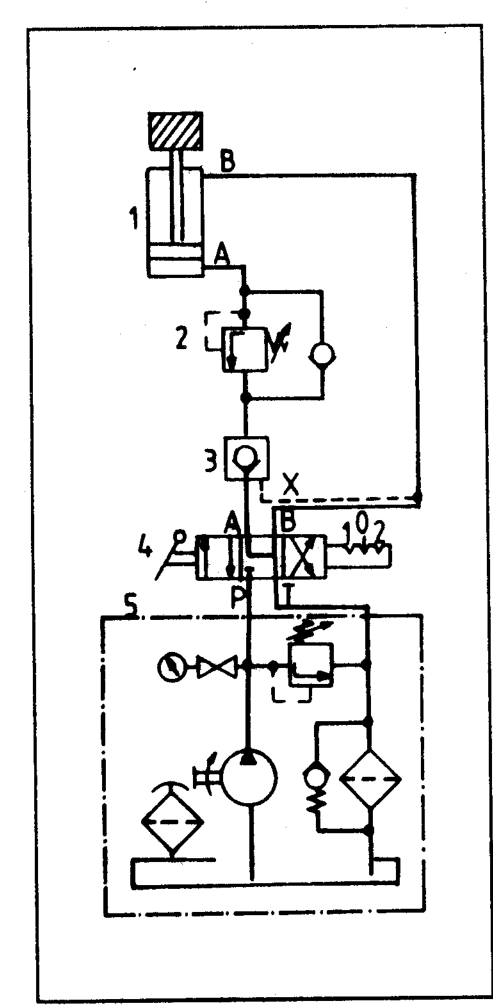
ملاحظات :

١ - الفرق بين الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأعلى مستخدمةً صمام معاكسة الوزن ، ومثيلتها التى تتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأسفل هو مكان صمام معاكسة الوزن ، ففى الدائرة الأولي وصل صمام معاكسة الوزن بالفتحة A ، وفى الدائرة الثانية وصل صمام معاكسة الوزن بالفتحة B للاسطوانة.

٢ - يفضل استخدام صمامات معاكسة الوزن لمنع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات بفعل الأوزان الخارجية الثابتة القيمة .

٣/٤/٣ - منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام الصمامات اللارجعية المعاكسة للوزن :

الشكل (٣ - ١٥) يعرض دائرة هيدروليكية لمنع التراجع الجبرى لاسطوانة بفعل وزن خارجي مستخدماً صمام معاكسة الوزن وصماماً لارجعياً بإشارة تحكم ..



الشكل (٣ ـ ١٥)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

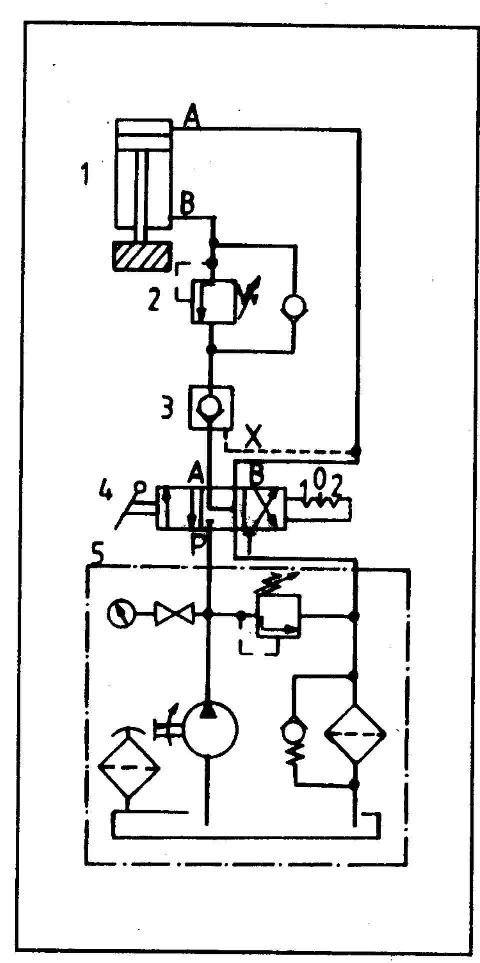
أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام معاكسة الوزن	2
صمام لارجعى بإشارة تحكم	3
صمام 4/3 بذراع تشغيل وبوضع تعادل عائم	4
وحدة القدرة الهيدروليكية	5

فكرة تشغيل الدائرة:

يقوم صمام معاكسة الوزن Counter Weight Valve 2 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 3 بمنع تراجع الاسطوانة عند توقفها فى أى نقطة خلاف التراجع التام

حيث لا يمكن تراجع الاسطوانة إلا عند وضع ذراع تشغيل الصمام 4 على وضع (2) وعندما يصبح الضغط خلف مكبس الاسطوانة (عند الفتحة A للاسطوانة) قادراً علي التغلب على الضغط المعاير عليه الصمام التتابعى الخاص بصمام معاكسة الوزن 2 .

أما الشكل (٣ – ١٦) فيعرض دائرة هيدروليكية أخرى ، لمنع التقدم الجبرى لاسطوانة بفعل وزن خارجي ، وهى لا تختلف عن المبينة فى الشكل (٣ – ١٥) فيما عدا أن الصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 3 وكذلك صمام معاكسة الوزن 2 يوصلان بالطرف B للاسطوانة بدلاً من الطرف A .



الشكل (٣ ـ ١٦)

ملاحظة :

تستخدم الصمامات اللارجعية ، وكذلك صمامات 2 معاكسة الوزن معاً لمنع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات عند التوقف وكذلك منع التسارع أثناء الحركة.

٣/٥ – التشغيل التتابعى للاسطوانات:

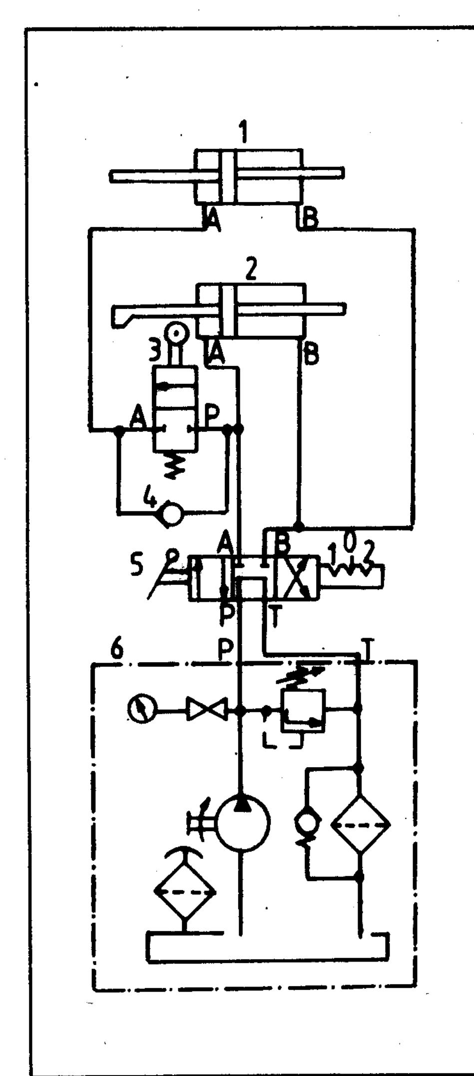
يلزم الأمر أحياناً تشغيل بعض الاسطوانات الهيدروليكية بالتتابع مثل تقدم أسطوانة بعد أخري أو تراجع اسطوانة بعد أخري ، وهكذا ، وهناك طريقتان لتحقيق

ذلك وهما :

١ - باستخدام صمامات نهايات المشوار ذات البكرات .

٢ - باستخدام الصمامات التتابعية .

وسوف نتناول ذلك فى الفقرات التالية :



الشكل (٣ ـ ١٧)

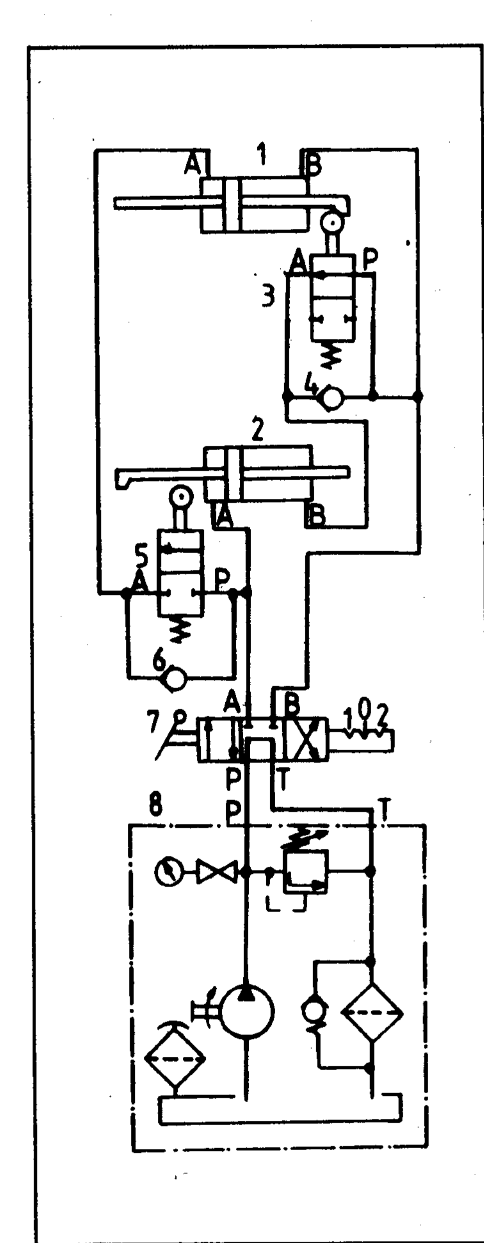
٣/٥/١ - التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع :

الشكل (٣ - ١٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب ، فعند وضع ذراع تشغيل الصمام 5 على الوضع (1) تتقدم الاسطوانة 2 إلى اليمين حتى تضغط الكامة المثبتة على ذراع الاسطوانة على بكرة الصمام 3 فيتغير وضع تشغيل الصمام ، ويتدفق الزيت الهيدروليكى عبر المسار P ➔ A للصمام 3 فتتقدم الاسطوانة 1 لليمين .

أما عند وضع ذراع التشغيل للصمام 5 علي وضع 2 تتراجع الاسطوانتان 1,2 معاً لليسار إذا كانت أحمالهما متساوية، أما إذا كان حمل إحداهما أكبر من الآخر فتتراجع الاسطوانة ذات الحمل الأقل أولاً ثم بعد الوصول لنهاية الشوط تتراجع الأخرى .

والشكل (٣ - ١٨) يعرض دائرة هيدروليكية أخرى لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب والعودة، فعند وضع ذراع تشغيل الصمام 7 على الوضع (1)

تتقدم الاسطوانة 2 لليمين حتى تضغط على بكرة الصمام 5 فيمر السائل الهيدروليكى خلال المسار P ← A للصمام 5 فتتقدم الاسطوانة 1 لليمين وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 7 على الوضع 2 تتراجع الاسطوانة 1 لليسار حتى تضغط على بكرة الصمام 3 فيمر السائل الهيدروليكى خلال المسار A ← P لهذا الصمام ، فتتراجع الاسطوانة 2 لليسار أيضا .



الشكل (٣ ـ ١٨)

٣/٥/٢ - التشغيل التتابعى المعتمد على الضغط :

الشكل (٣- ١٩) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب ، فعند وضع ذراع تشغيل الصمام 5 على وضع 1 تتقدم الاسطوانة 2 أولاً ، وعند وصولها لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند المدخل A للاسطوانة 2 فيعمل الصمام التتابعى 3 على إمرار الزيت الهيدروليكى وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة 1 للأمام .

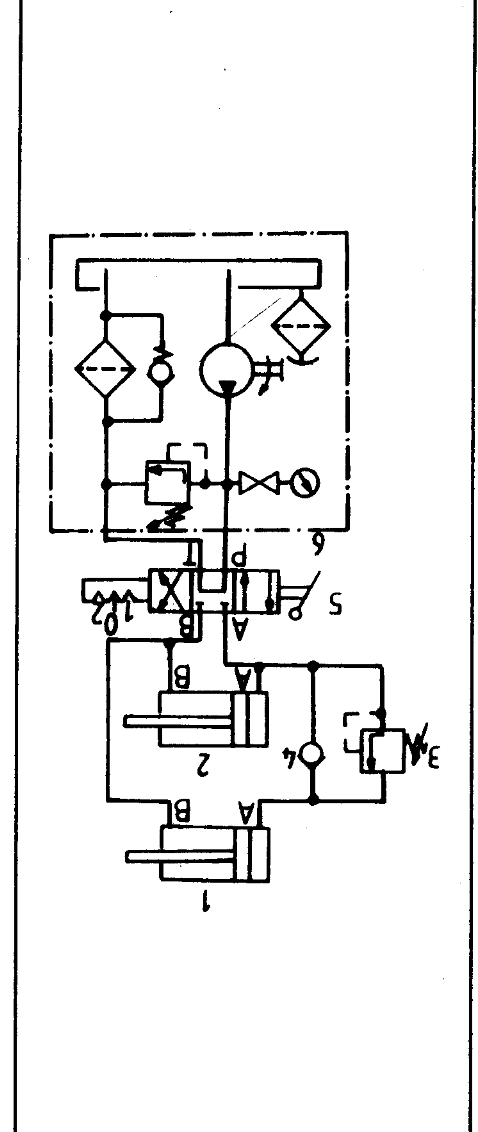
وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 5 على وضع 2 تتراجع الاسطوانتان 1,2 معاً فى نفس اللحظة إذا تساوت أحمالهما ، بينما تتراجع الأسطوانة ذات الحمل الأقل إذا اختلفت أحمال الاسطوانتين .

ملاحظة :

الصمام اللارجعى 4 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 1 عند العودة.

فى الشكل (٣ – ٢٠) دائرة هيدروليكية لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع فى شوطى الذهاب والعودة . فعند وضع ذراع التشغيل للصمام 7 على وضع (1) تتقدم الاسطوانة 1 أولاً ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب تزداد المقاومة الهيدروليكية عند الفتحة A لها ويرتفع الضغط ليصل للقيمة المعاير عليها الصمام التتابعى 4 فيقوم بإمرار الزيت الهيدروليكى للفتحة A للاسطوانة 2 فتتقدم الاسطوانة 2 هى الأخرى .

وعند وضع ذراع التشغيل للصمام7 على وضع (2) تتراجع الاسطوانة 2 أولاً وعند وصولها لنهاية شوط العودة يزداد الضغط عند الفتحة B للاسطوانة 2 فيعمل الصمام التتابعى ، على امرار الزيت الهيدروليكى للفتحة B للأسطوانة 1 فتتراجع الاسطوانة 1 هى الأخرى .

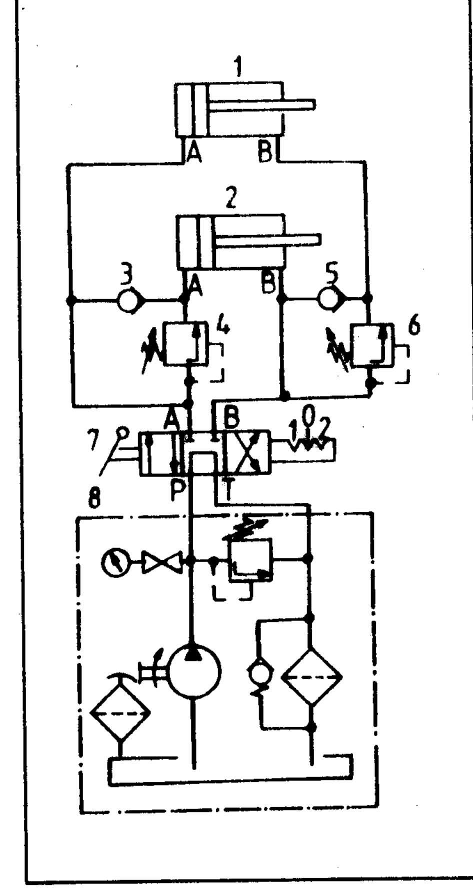


الشكل (٣ ـ ١٩)

ملاحظة :

الصمام اللارجعى 5 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 1 عند الذهاب .والصمام اللارجعى 3 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 2 عند العودة.

٣/٦ - تقليل سـرعـة الاسطوانات :



الشكل (٣ ـ ٢٠)

يمكن تقليل سـرعـة الاسطوانات الهيدروليكية وذلك إما فى شوط الذهاب أو شوط العودة باستخدام الصمامات الخانقة أو الصمامات الخانقة اللارجعية ، ويوجد ثلاث طرق لتقليل سـرعـة الاسطوانات فى شوطى الذهاب أو العودة وهى كما يلى :

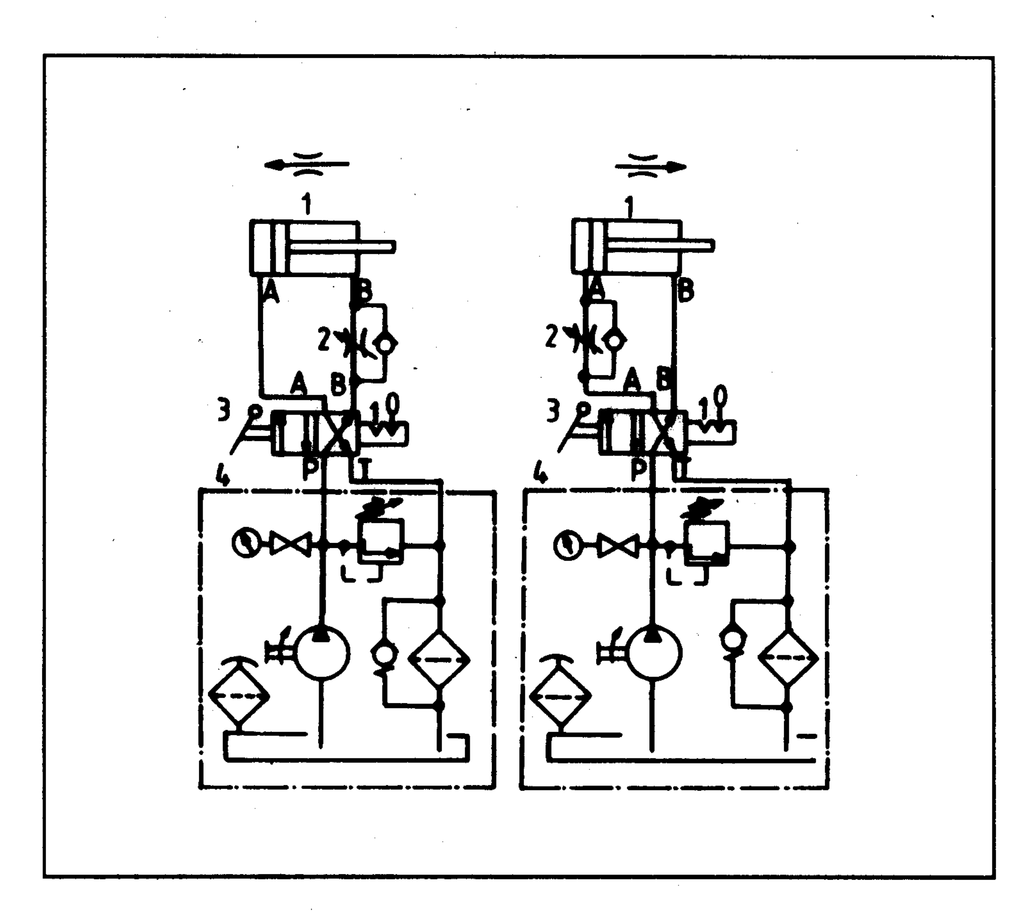
١ - خنق تدفق الزيت الداخل للاسطوانة .

٢ - خنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة .

٣ - خنق تدفق زيت المصدر .

٣/٦/١ - خنق تدفق الزيت الداخل :

يمكن تقليل سرعة الاسطوانات فى الذهاب أو العـودة بخنق تدفق الزيت الداخل للاسطوانات من وحـدة القـدرة . والشكل (٣ - ٢١) يعـرض دائرتين هيدروليكيتين إحداهما لتقليل سرعة الاسطوانة عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الداخل (أ)، والثانية لتقليل سرعة الاسطوانة عند العودة بخنق تدفق الزيت الداخل (ب) .



الشكل (٣ ـ ٢١)

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل أ :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر فيتدفق الزيت من وحدة القدرة عبر المسار A ← P للصمام 3 ثم مروراً بالصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى 2 وصولاً للفتحة A للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة ببطء نتيجة لخنق تدفق الزيت الداخل ، ويعود الراجع من الفتحة B للاسطوانة عبر المسار T ← B للصمام 3 وصولاً للخزان .

أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر الزيت من وحدة القدرة عبر المسار B ← P للصمام 3 وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، فتتراجع الاسطوانة للخلف ويعود الراجع من الفتحة A للاسطوانة عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق 2 ثم عبر المسار T ← A للصمام 3 وصولاً للخزان .

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل ب :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر فيتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار A ← P للصمام 3 وصولاً للاسطوانة 1، فتتقدم الاسطوانة 1 للامام بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق 2 ومروراً بالمسار T ← B فى الصمام 3 وصولاً للخزان .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر الزيت من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 عبر المسار A ← P للصمام 3 مروراً بالصمام الخانق فى الصمام الخانق اللارجعى 2 ووصولا للاسطوانة فتتراجع الاسطوانة ببطء نتيجة لخنق الزيت الداخل ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار T ← A للصمام 3 وصولاً للخزان .

والشكل (٣ - ٢٢) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة ، لتقليل سرعة الاسطوانة فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الداخل .

فكرة تشغيل الدائرة :

١ - يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 2 بخنق الزيت الداخل عند تقدم الاسطوانة لأعلى ، فتتقدم الاسطوانة ببطء .

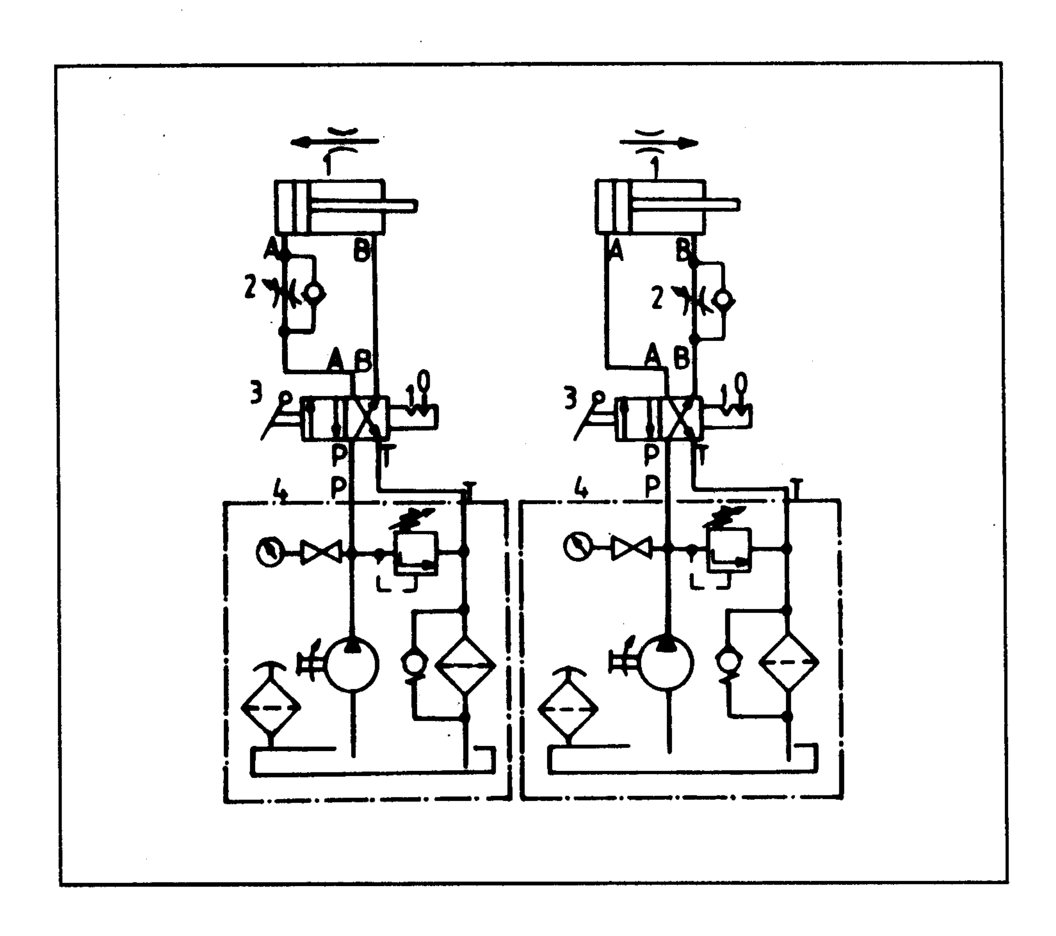
٢ - يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3 بخنق الزيت الداخل عند تراجع الاسطوانة فتتراجع الاسطوانة ببطء.

٣ - يقوم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم 4 بمنع التراجع الجبرى للاسطوانة تحت تأثير الوزن المثبت ، على الاسطوانة أثناء التوقف .

الشكل (٣ - ٢٢)

٣/٦/٢ - خنق تدفق الزيت الراجع

يمكن تقليل سرعة الاسطوانات فى الذهاب أو العودة بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانات إلى وحدة القدرة الهيدروليكية . والشكل (٣ - ٢٣) يعرض دائرتين هيدروليكيتين إحداهما لتقليل سرعة الاسطوانة عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الراجع (أ) والثانية لتقليل سرعة الاسطوانة عند العودة بخنق تدفق الزيت الراجع (ب) .



الشكل (٣ - ٢٣)

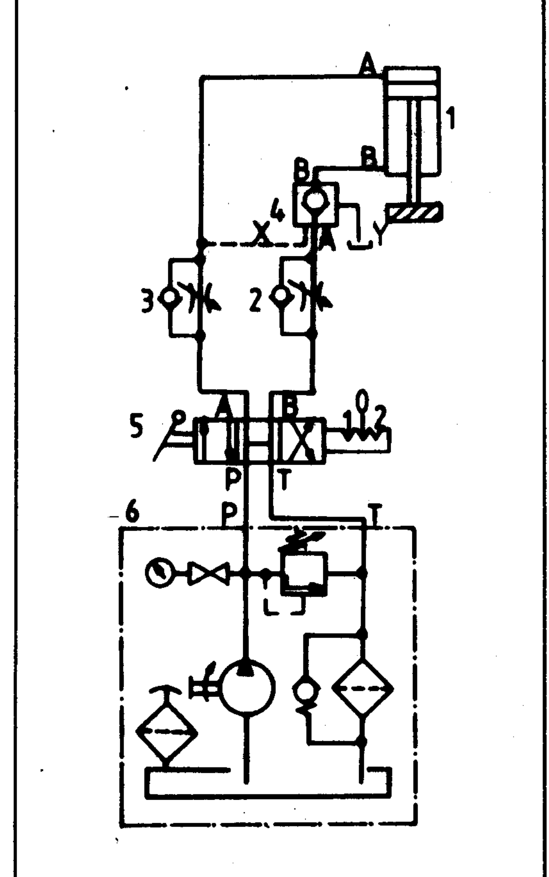
فكرة تشغيل الدائرة الموضحة بالشكل أ :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط عبر المسار A ➔ P وصولاً للاسطوانة ، بينما يقوم الصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى 2 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة ، فتتقدم الاسطوانة ببطء وعند وضع ذراع تشغيل الصمام3 على وضع (0) يمرر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار B ➔ P للصمام 3 ، ثم عبر الصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى 2 وصولاً للاسطوانة فترجع الاسطوانة بالسرعة الطبيعية حيث يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار T ➔A للصمام 3 وصولاً للخزان .

فكرة تشغيل الدائرة الموضحة بالشكل ب :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدةالقدرة 4 عبر المسار A ← P للصمام 3 ثم مروراً بالصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى 2 وصولاً للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة بالسرعة الطبيعية ، حيث يعود الزيت الراجع مباشرة عبر المسار T ← B فى الصمام وصولاً للخزان ، وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3على وضع (0) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار B ← P وصولاً للاسطوانة ، بينما يقوم الصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى 2 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة فتتراجع الأسطوانة ببطء.

وفى الشكل (٣ – ٢٤) دائرة هيدروليكية بسيطة لتقليل سرعة الاسطوانة 1فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الراجع .



الشكل (٣ – ٢٤)

فكرة تشغيل الدائرة :

١ – يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة عند تراجع الاسطوانة لأعلي ، فتتراجع الاسطوانة ببطء .

٢ – يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 2 بخنق تدفق الزيت الراجع عند تقدم الاسطوانة لأسفل فتتقدم الاسطوانة ببطء .

٣ – يقوم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم ، وفتحة التصريف الخارجية 4 بمنع التقدم الجبرى للاسطوانة تحت تأثير الوزن الخارجى ، علماً بأن الضغط عند الفتحة A للصمام 4 يكون كبيراً نتيجة لتأثير الصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2 ، لذلك يلزم استخدام هذا النوع أى المزود بوصلة تصريف خارجية .

٣/٦/٣ – خنق تدفق زيت المصدر :

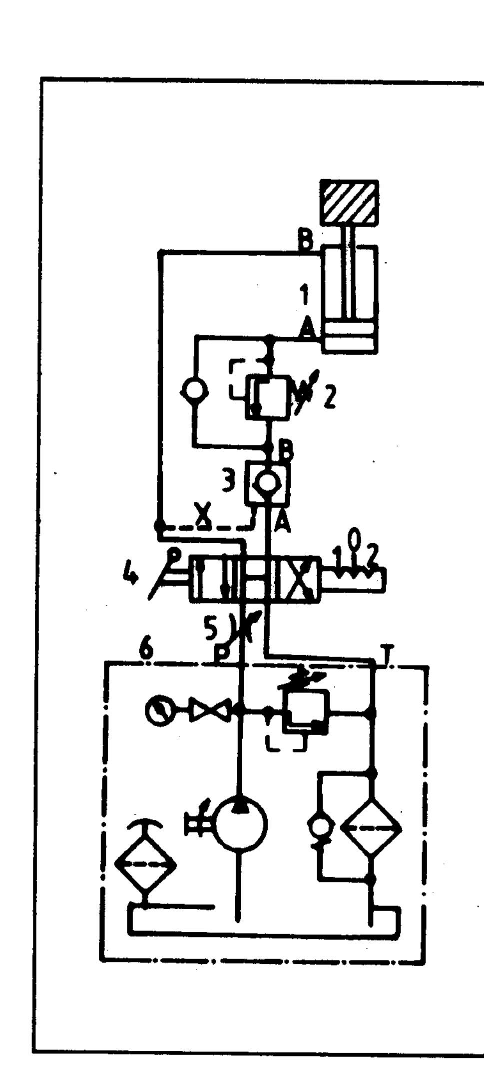
الشكل (٣ – ٢٥) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتقليل سرعة الاسطوانة 1 فى الذهاب والعودة بخنق تدفق زيت المصدر القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية 6 قبل مروره بالصمام 4 بواسطة الصمام الخانق القابل للمعايرة 5.

ويعاب علي هذه الطريقة أنه لا يمكن ضبط سرعة العودة وأيضاً سرعة الذهاب كلاً على حدة فكلتاهما تعتمد على معايرة الصمام الخانق القابل للمعايرة 5.

ملاحظة :

صمام معاكسة الوزن 2 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 3 يمنعا التراجع الجبرى للاسطوانة 1 تحت تأثير الحمل الخارجى ، وذلك أثناء التوقف .

وكذلك فإن صمام معاكسة الوزن 2 يمنع تسارع الاسطوانة أثناء العودة تحت تأثير الوزن الخارجى .



الشكل (٣ – ٢٥)

٣/٧- تنظيم وتنعيم حركة الاسطوانات :

فى بعض التطبيقات الهيدروليكية يلزم الأمر الحصول على سرعة منتظمة وناعمة للاسطوانات بغض النظر عن الحمل ، كما هو الحال فى آلات الورش وذلك للحصول علي تشطيب جيد للمشغولات ، ولتحقيق ذلك تستخدم صمامات تنظيم التدفق بتعويض الضغط مزدوجة كانت أو ثلاثية ، وذلك لان معدل تدفق الزيت فيها يعتمد فقط على معايرتها ولا يتغير بتغير الحمل على الأسطوانة وذلك لثبوت فرق الضغط على جانبى هذه الصمامات وهذا بالطبع لا يتحقق عند استخدام الصمامات اللارجعية الخانقة والقابلة للمعايرة (أنظر الفقرة ٣ - ٦) .

وهناك عدة طرق مختلفة لتوصيل صمامات تنظيم التدفق المزدوجة والثلاثية بتعويض الضغط ، لتنظيم وتنعيم حركة الاسطوانات كما يلى :

أ - تنظيم تدفق الزيت الداخل — Meter in Flow Control

ب - تنظيم تدفق الزيت الراجع — Meter out Flow Control

جـ - تنظيم تدفق الزيت المستنزف — Bleed off Flow Control

٣/٧/١ - تنظيم تدفق الزيت الداخل :

من أجل معرفة خواص هذا النوع من التنظيم سنتعرض رياضياً إلي العلاقة بين ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية وقوة الحمل المؤثرة على الاسطوانة (FL)

فـفى الشكل (٣ - ٢٦) اسطوانة هيدروليكية لتنظيم تدفق الزيت الداخل حيث إن :

A_1 مساحة المكبس .

A_2 المساحة الحلقية للمكبس.

P_1 ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية .

P_2 ضغط الزيت الراجع.

F_1 القوة الناشئة من الضغط الواقع على المكبس.

الشكل (٣ - ٢٦)

القوة الناشئة من الضغط الواقع علي المساحة الحلقية للمكبس . F_2

قوة الحمل . F_L

وفيما يلى المعادلات الرياضية المستنتجة من التحصيل الاتجاهى للقوى :

$$F_1 = F_2 + F_L$$

$$P_1A_1 = P_2A_2 + F_L$$

وحيث إن قيمة الضغط P_2 تقريباً تساوى صفراً وبالتالى فإن : $P_1A_1 = F_L$

فإذا كانت القوة F_L فى اتجاه حركة الاسطوانة وذلك بوضع الاسطوانة رأسياً لأسفل يصبح الحمل سالباً وبالتالى فإن : $P_1 A_1 = - F_L$

$$P_1 = \frac{F_L}{A_1}$$

وينتج عن ذلك ظاهرة التكهف Cavitation فى الخط الواصل مع الفتحة A للاسطوانة ، والذى فيه صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط ويؤدي ذلك لحدوث تآكل فى هذا الخط ، وكذلك فى الاسطوانة .

ومن أجل هذا يجب عمل الاحتياطات اللازمة عند تنظيم تدفق الزيت الداخل؛ لمنع حدوث ظاهرة التكهف .

والشكل (٣ ـ ٢٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتنظيم حركة اسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض ضغط لتنظيم تدفق الزيت الداخل .

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

عندوضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 عبر المسار B ← P لهذا الصمام، ثم عبر صمام تنظيم التدفق 2 وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1 ، بينما يمر الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة B عبر الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 4 ،وذلك عند وصول الضغط أمام المكبس للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى ، فينتج عن ذلك ضغط معاكس أمام المكبس ، وبذلك يحدث مسك هيدروليكى للمكبس ، ثم يمر الزيت بعد ذلك فى الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم، حيث إن الصمام سيكون مفتوحاً

نتيجة لوصول ضغط لوصلة التحكم x ثم أخيراً يمر الزيت عبر المسار B → T للصمام 3 وصولاً للخزان ، فتتقدم الاسطوانة ببطئ لأسفل بحركة منتظمة خالية من الارتعاش والاهتزاز .

أما عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار P → A للصمام نفسه ، ثم مروراً بالصمام اللارجعي 5 ثم مروراً بالصمام اللارجعي لصمام معاكسة الوزن 4 وصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فى حين يعود الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة A عبر الصمام اللارجعي 3 ثم عبر المسار B → T للصمام 6 وصولاً للخزان ، وبالتالى تتراجع الاسطوانة بالسرعة المعتادة .

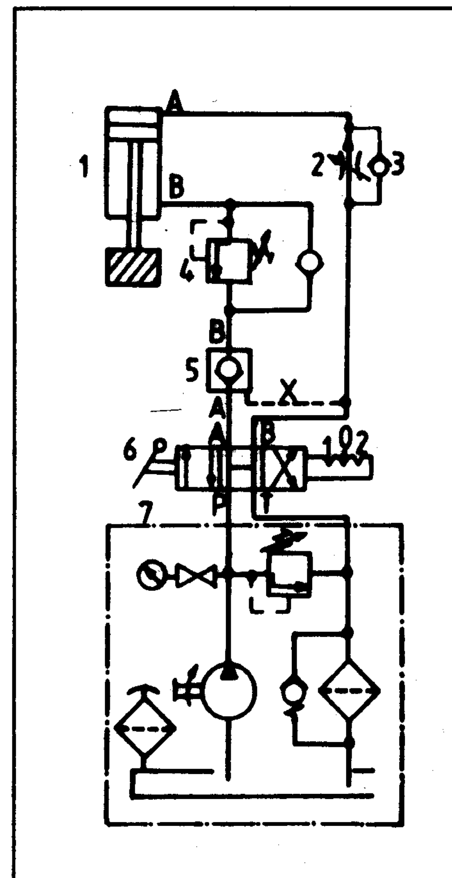
ملاحظات :

١ ـ صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط لايقوم بتنظيم تدفق الزيت المار فيه إلا عند المرور فى اتجاه السهم فقط .

٢ ـ صمام معاكسة الوزن 4 يمنع حدوث تسارع للاسطوانة عند النزول بفعل الثقل الخارجى .

٣ ـ صمام معاكسة الوزن 4 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 5 يقومان بمنع التقدم الجبرى للاسطوانة عند التوقف .

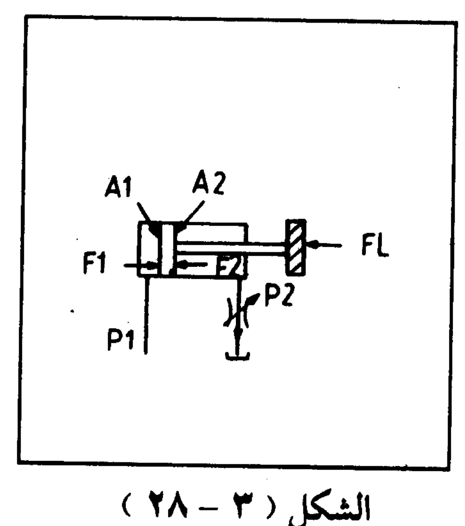
٤ ـ تستخدم طريقة تنظيم الزيت الداخل عادة في تنظيم حركة الاسطوانات ذات الأحمال الثابتة مثل الروافع .



الشكل (٣ ـ ٢٧)

٣/٧/٢ تنظيم تدفق الزيت الراجع :

من أجل معرفة خواص هذا النوع من التنظيم سنستنتج العلاقة بين P_1 مع F_L ففى الشكل (٣ ـ ٢٨) اسطوانة هيدروليكية بتنظيم تدفق الزيت الراجع .



الشكل (٣ - ٢٨)

حيث إن :

مساحة المكبس . A_1

المساحة الحلقية للمكبس . A_2

ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية . P_1

ضغط الزيت الراجع . P_2

القـوة الناشـئـة من الضـغط الواقع على المكبس . F_1

القـوة الناشـئـة من الضـغط الواقع على المساحة الحلقية للمكبس . F_2

قوة الحمل . F_L

وفـيـمـا يلى المعـادلات الرياضـيـة المستنتجة من التحصيل الاتجاهى للقوى:

$$F_1 = F_2 + F_L$$

$$P_1A_1 = P_2A_2 + F_L$$

فإذا كانت القـوة F_L فى اتجاه حـركـة الاسطوانة وذلك بوضع الاسطوانة رأسياً لأسفل يصبح الحمل سالباً وبالتالى فإن :

$$P_1 A_1 = P_2 A_2 - F_L$$

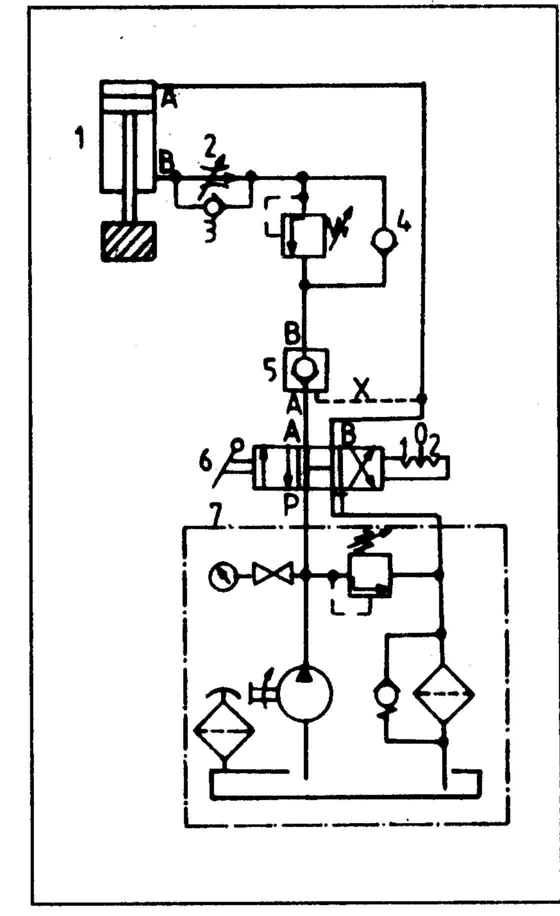
$$P_1A_1 + F_L = P_2 A_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 A_1 + F_L}{A_2}$$

وبالتـالى لن يحـدث تكهف أمـام الاسطوانة . مما سبق يتـضح أن تنظيم الزيت الراجع يكون خالياً من ظاهرة التكهف ، ولكن يعاب على هذا النوع من التنظيم

كبر الإجهادات الميكانيكية على موانع التسريب للاسطوانة .

والشكل (٣ ـ ٢٩) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتنظيم حركة اسطوانة ثنائية الفعل مستخدماً صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط لتنظيم تدفق الزيت الراجع .



الشكل (٣ ـ ٢٩)

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار P ← B للصمام نفسه ، وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1، بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة B عبر صمام تنظيم التدفق المزدوج بتعويض الضغط ، والقابل للمعايرة 2، وعند وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 4 ، يفتح الصمام التتابعى لإمرار الزيت الراجع ، وبعد ذلك يمر الزيت الراجع عبر الصمام اللارجعى ذى إشارة التحكم الخارجية 5 نتيجة لوصول ضغط للفتحة X وأخيراً مروراً بالمسار A ← T للصمام 6 ، وصولاً للخزان ، فتتقدم الاسطوانة ببطء بسرعة منتظمة خالية من الارتعاش والارتجاف .

أما عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار P ← A للصمام نفسه ثم عبر الصمام اللارجعى ذى

إشارة التحكم 5 ، ثم مروراً بالصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 4 ، ثم مروراً بالصمام اللارجعى 3 وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة A ومروراً بالمسار T ➔ P للصمام 3 ، وصولاً للخزان فتتراجع الاسطوانة 1 بالسرعة المعتادة .

ملاحظات :

١ ـ صمام معاكسة الوزن 4 يمكن الاستغناء عنه فى هذه الدائرة ،وذلك لأن صمام تنظيم التدفق المزدوج بتعويض الضغط والقابل للمعايرة يمنع حدوث تسارع للاسطوانة عند النزول .

٢ ـ الصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 5 يمنع حدوث تقدم جبرى عند السكون .

٣ ـ تستخدم طريقة تنظيم الزيت الخارج عادة فى تنظيم حركة عناصر الفعل ذات الأحمال المتغيرة كما فى آلات الورش مثل : المثاقيب ، والمخارط ، والفرايز والمقاشط ... إلخ ؛ للحصول على تشطيب جيد أى : أسطح ناعمة .

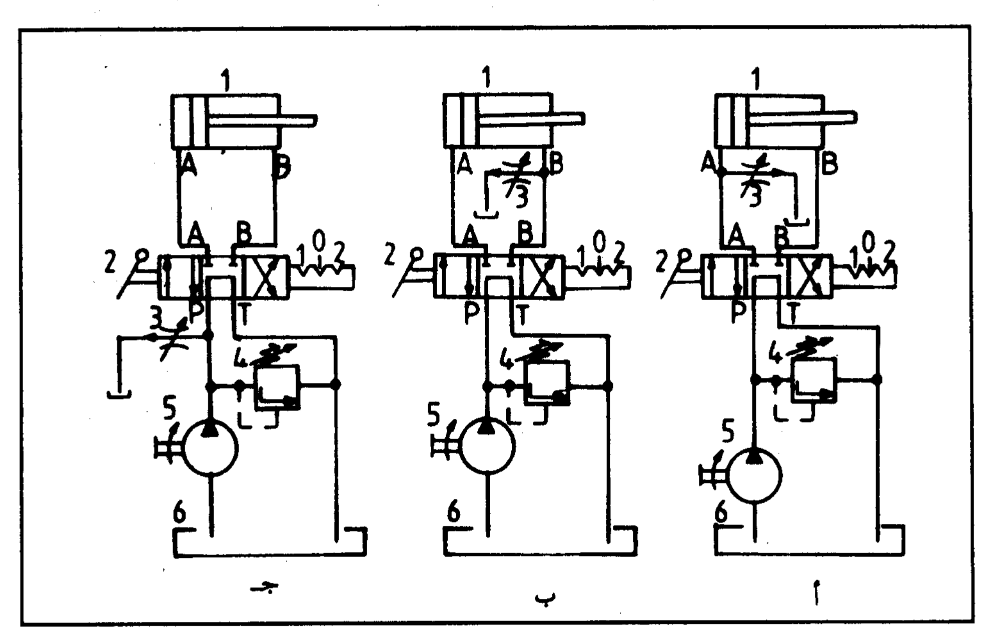
٣/٧/٣ ـ تنظيم تدفق الزيت المستنزف :

تستخدم هذه الطريقة للتحكم فى الاسطوانات التى تعمل بمعدل تدفق كبير يزيد عن 1 gal/sec أى (38 L/Sec) مثل : المقاشط .

وتعتمد دقة هذه الطريقة على التدفق ، فكلما زاد معدل التدفق ازدادت الدقة ، وعلى كل حال لاتستخدم هذه الطريقة بنفس القدر الذى تستخدم فيه الطريقتان السابقتان .

والشكل (٣ ـ ٣٠) يعرض ثلاث دوائر هيدروليكية ، لتنظيم سرعة اسطوانة مستخدماً طريقة الاستنزاف .

ففى (الشكل أ) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة اسطوانة عند الذهاب باستنزاف الزيت الداخل ، وفى (الشكل ب) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة



الشكل (٣ ـ ٣٠)

سطوانة عند العـودة باسـتنزاف الزيت الداخل أيضـاً ، وفى (الشكل ج) دائرة هيدروليكية ، لتنظيم سرعة اسطوانة عندالذهاب والعودة باستنزاف زيت المصدر .

ملاحظة :

إذا استنزف الزيت من الخط الراجع ، فإن هذا سيكون بدون فائدة ، لذلك فإن الاستنزاف دائماً يكون من خط الضغط .

٣ / ٨ زيادة سرعة الاسطوانات :

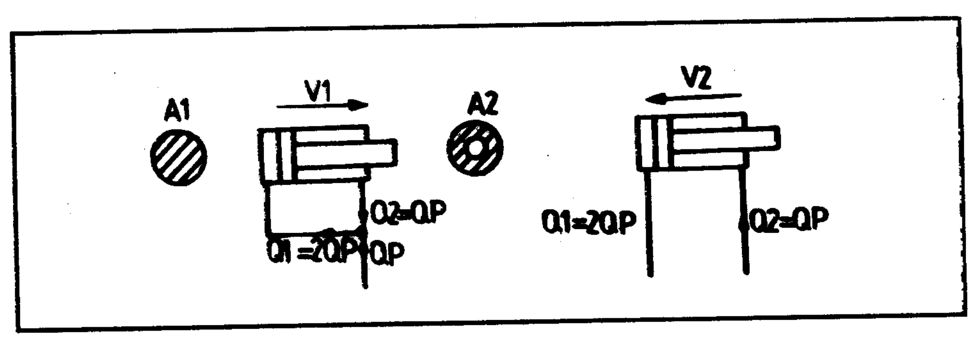
فى أى دائرة هيدروليكية فإن حاصل ضرب الضغط فى معدل التدفق يحدد القدرة الهيدروليكية الداخلة للدائرة .

وعادة فإن الحاجة للقوة العظمى والسرعة العظمى للاسطوانات لايجتمعان معاً، وهناك تغييرات كثيرة فى الدائرة الهيـدروليكية يمكن عملها لزيادة السرعة فى الوقت الذى لانحتاج فيه لقوة كبيرة والعكس صحيح . وعادة تستخدم دوائر زيادة سـرعة الاسطوانات فى المكابس الهيـدروليكيـة حيث إن من مـتطلبـات المكابس الهيـدروليكيـة زيادة السرعة على حساب القـوة ، وزيادة القـوة عند التوقف . وفى

الفقرات التالية ، سنتناول أهم الطرق المستخدمة لزيادة سرعة الاسطوانات .

٣/٨/١ - الدائرة الاسترجاعية (التفاضلية) Regenerative Circuit :

الشكل (٣ ـ ٣١) يبين فكرة عمل الدوائر الاسترجاعية ، وهو إعادة الزيت الراجع من أمام المكبس فى شوط الذهاب ، للدخول مرة أخرى مع الزيت القادم من المضخة (الشكل ب) . أما (الشكل أ) فيوضح التدفقات اللازمة لعودة الاسطوانة



الشكل (٣ ـ ٣١)

حيث إن :

مساحة مكبس الاسطوانة .	A_1
المساحة الحلقية للمكبس .	A_2
سرعة الاسطوانة عند الذهاب .	V_1
سرعة الاسطوانة عند العودة .	V_2
تدفق المضخة .	Q_p
التدفق الداخل أو الخارج من غرفة المكبس .	Q_1
التدفق الداخل أو الخارج من غرفة العمود .	Q_2

وعادة ما تستخدم اسطوانات لها مساحة مكبس ضعف المساحة الحلقية للمكبس أى أن : $A_1 = 2 A_2$

وتبعاً فإن : $Q_1 = 2\,Q_2$

ولذلك فإنه عند الذهاب (عند إعادة الزيت الراجع من أمام المكبس للدخول مع الزيت القادم من المضخة) فإن :

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{2Q_p}{A_1} \qquad (١)$$

وعند العودة فإن :

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{Q_p}{\frac{A_1}{2}} = \frac{2Q_p}{A_1} \qquad (٢)$$

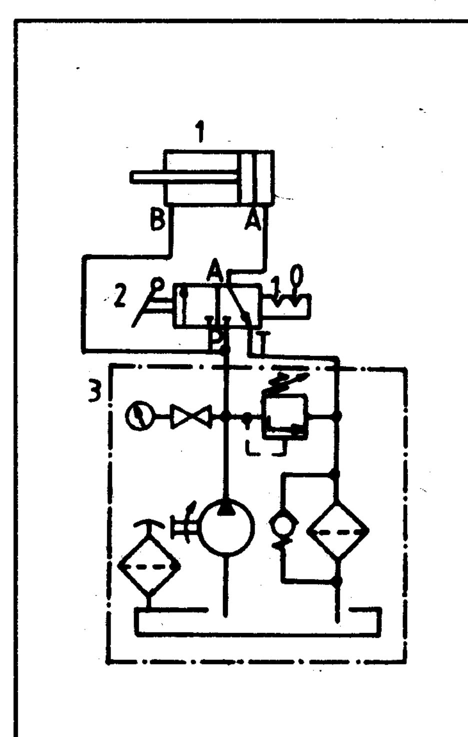
ومن ١ ، ٢ ينتج أن = $V_1 = V_2$

أى أن : سرعة الذهاب تساوى سرعة العودة فى الدائرة الاسترجاعية ، وبالطبع طالما أن سرعة الذهاب تزداد للضعف مقارنة بالوضع الطبيعى ، فإن قوة الدفع فى الذهاب ستقل للنصف مقارنة بالوضع الطبيعى أيضاً ؛ وذلك لأن القدرة الهيدروليكية التى تدخل الاسطوانة ثابتة .

وفى الشكل (٣ ـ ٣٢) دائرة استرجاعية بسيطة .

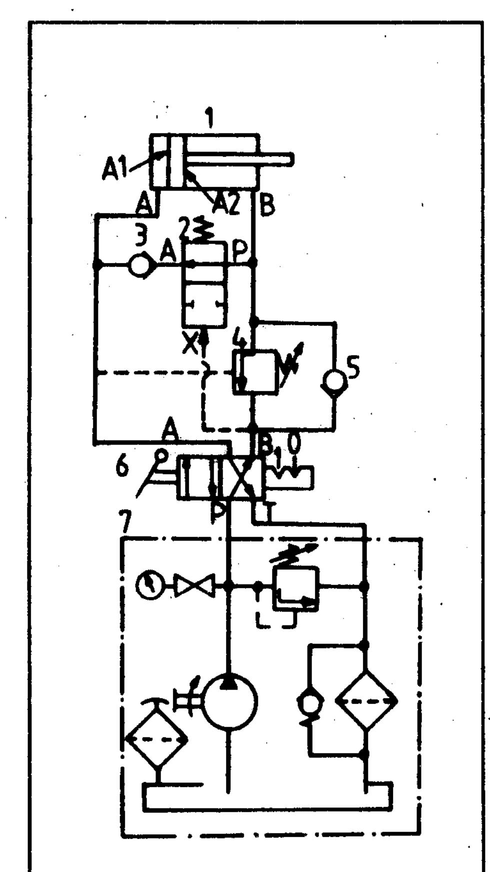
فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) ينتقل الصمام لوضع التشغيل الأيسر فتتقدم الاسطوانة بسرعة نتيجة للدورة الاسترجاعية الناشئة فى هذه الحالة ، أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (٥) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) فتعود الاسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.



الشكل (٣ ـ ٣٢)

وفـى الـشـكـل (٣ ـ ٣٣) دائـرة استرجاعية بملاشاة اتوماتيكية للاسترجاع فى نهاية شوط الذهاب .



الشكل (٣ ـ ٣٣)

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) ينتقل الصمام لوضع التشغيل الأيسر فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار P → A وصولاً للاسطوانة ويمر الزيت الراجع من الاسطوانة فى المسار A → P للصمام 2، ثم عبر الصمام اللارجعى 3 ثم يعود للاسطوانة مرة أخرى ، وبذلك تكتمل دورة الاسترجاع ، فتزداد سرعة الذهاب للاسطوانة ، وبمجرد وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد ضغط التشغيل، فيعمل الصمام التتابعى 4 على إمرار الزيت الراجع للخزان بدلاً من المرور عبر الصمام 2 ، والصمام اللارجعى 3 ، وبذلك تتلاشى الدورة الاسترجاعية وتصبح قوة دفع الاسطوانة هى القوة الطبيعية أى تتضاعف قوة دفع الاسطوانة والسبب فى ذلك : أنه أثناء الدورة الاسترجاعية فإن الضغط أمام المكبس يساوى الضغط خلف المكبس يساوى ضغط الدائرة ، وبالتالى فإن القوة تساوى $F_R = P(A_1 - A_2)$ وعند ملاشاة الدورة الاسترجاعية فإن الضغط أمام المكبس سيساوى صفراً لاتصال غرفة عمود المكبس بالخزان ، وبالتالى تصبح القوة مساوية $F_n = PA_1$ 6 وحيث إن $A_1 = 2A_2$ فإن $F_n = 2F_R$.

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 6 لوضع (٥) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7عبر المسار P → B

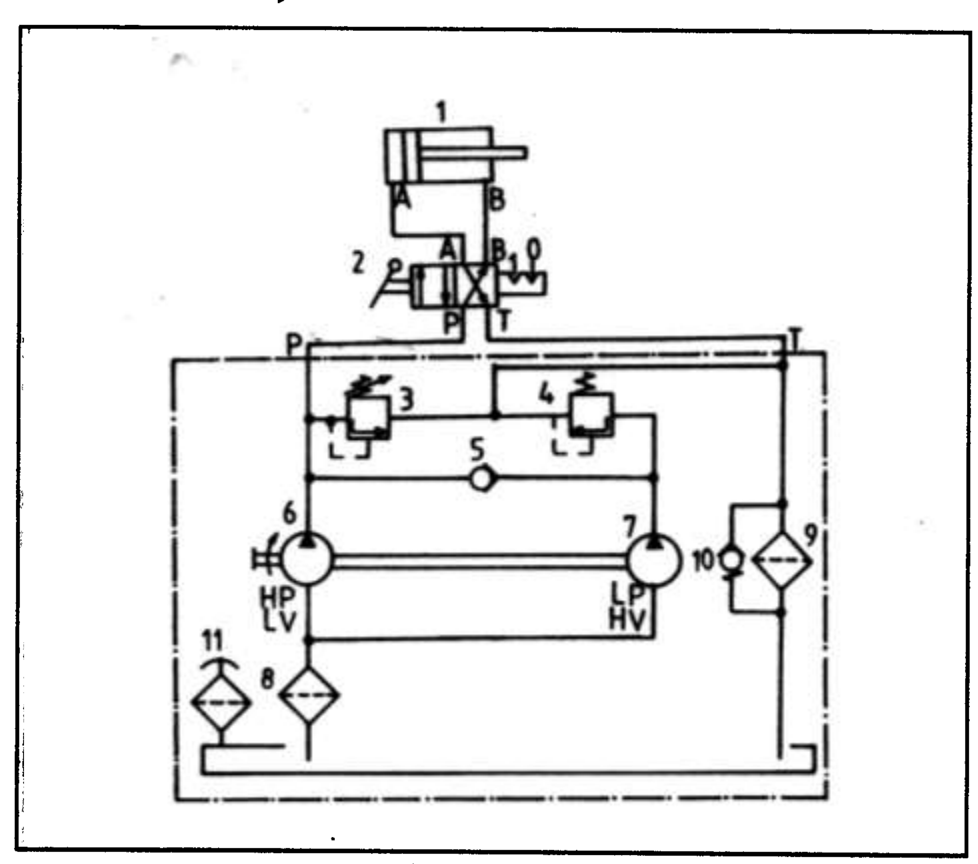
للصمام 6 ثم عبر الصمام اللارجعى 5 ، وصولاً للاسطوانة ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار A ➔ P للصمام 6 وصولاً للخزان ، فتتراجع الاسطوانة للخلف بالسرعة الطبيعية .

ملاحظة :

وضع تشغيل الصمام 2 سيتغير نتيجة لوصول إشارة ضغط إليه أثناء تراجع الاسطوانة للخلف ، وبالتالى ينقطع الاتصال بين الفتحة B والفتحة A للاسطوانة فى شوط العودة .

٣/٨/٢ ـ دائرة الضغط العالى والمنخفض High - Low Circuit :

الشكل (٣ ـ ٣٤) يعرض دائرة هيدروليكية بضغط عالٍ ومنخفض ، ويستخدم



الشكل (٣ ـ ٣٤)

فى هذه الدائرة وحدة قدرة هيدروليكية تحتوى على مضختين : المضخة 6 بضغط عال HP وحجم هندسى صغير LV ، أما المضخة 7 بضغط منخفض LP وحجم هندسى كبير HV ، وترتبط المضختان معاً ميكانيكياً مع محرك كهربى واحد ، وتستخدم هذه الدائرة لزيادة سرعة الاسطوانة فى شوطى الذهاب والعودة مع عدم تساوى سرعة الذهاب والعودة .

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (1) ينتقل الصمام لوضع التشغيل الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط من المضختين 6 , 7 عبر المسار A ← P لهذا الصمام وصولاً للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة 1 بسرعة عالية ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة للخزان عبر المسار T ← B للصمام 2 ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند المدخل A للاسطوانة نتيجة للمقاومة الهيدروليكية فيقوم صمام تصريف الضغط بتصريف خرج المضخة 7 للخزان ، بينما يقوم الصملم اللارجعى 5 بمنع مرور تدفق المضخة 6 للمضخة 7 ، ويصل كل خرج المضخة 6 إلى الفتحه A للاسطوانة فيزداد بذلك الضغط خلف المكبس إلى أن يصل للقيمة المعاير عليها صمام التصريف 3 ، حينئذ يعود خرج المضخة 6 عبر صمام التصريف 3 للخزان مروراً بالمرشح 9. فإذا حدث انسداد لفتحات عنصر الترشيح لهذا المرشح يمر الزيت الراجع عبر الصمام اللارجعى 10. أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 2 لوضع (o) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر خرج المضختين عبر المسار B ← P لهذا الصمام ، وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، فتتراجع الاسطوانة بسرعة عالية ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط العودة تعمل المضخة 6 تماماً كما حدث فى الحالة السابقة (عند التقدم) علماً بأن الزيت الراجع من الاسطوانة يعود عبر المسار T ← A وصولاً للخزان .

ملاحظات :

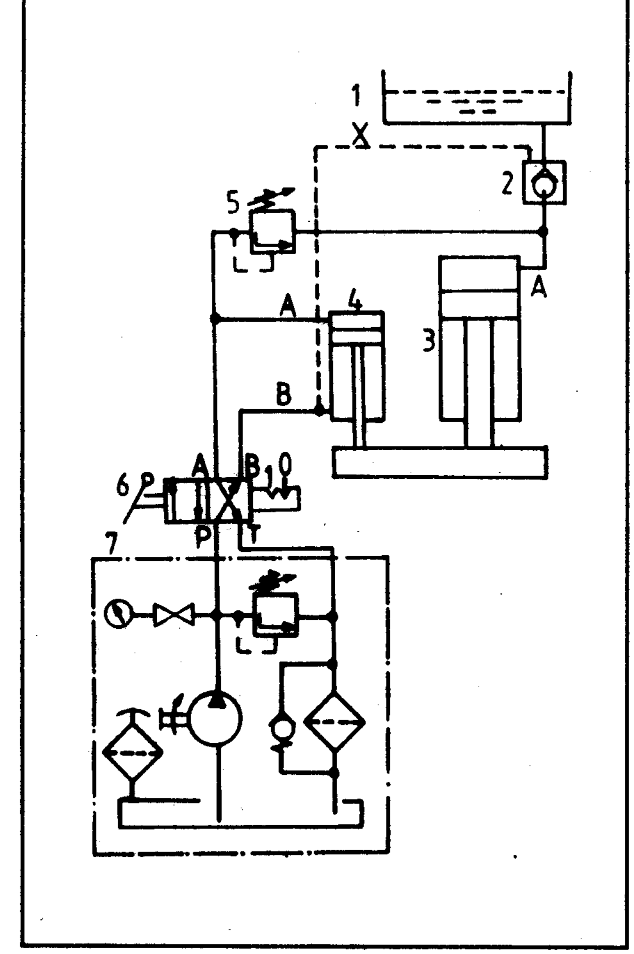
١ ـ يتم ضبط كلا من صمام تصريف 4 وصمام التصريف 3 على ضغوط مختلفة فالصمام 4 يضبط على ضغط منخفض والصمام 3 يضبط على ضغط عالٍ.

٢ ـ أحياناً تستخدم مضخة مزدوجة لها خط سحب واحد وخطى طرد بحيث

تحقق متطلبات هذه الدائرة .

٣/٨/٣ - دائرة الملء المسبق للضغط Prefill Circuit

الشكل (٣ - ٣٥) يبين دائرة هيدروليكية بملء مسبق .



الشكل (٣ ـ ٣٥)

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام ، على وضع (1) تتقدم الاسطوانة 4 للامام وتتقدم الاسطوانة 3 أيضا نتيجة للربط الميكانيكى بين الاسطوانتين 4 و 3 فينتج خلخلة خلف مكبس الاسطوانة 3 فيتدفق الزيت الهيدروليكى من الخزان 1 عبر الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم 2 إلى الاسطوانة 3 وعند وصول الاسطوانة 4 لنهاية شوط الذهاب تكون الغرفة الموجودة خلف مكبس الاسطوانة 3 قد امتلأت بالزيت ، ويزداد ضغط المضخة حينئذ ، حتى يصل للحد الذى يسمح بعمل الصمام التتابعى 5 ، فيمر الزيت المضغوط من المضخة إلى الاسطوانة 3 ويزداد الضغط للحد المعاير عليه وحدة القدرة .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام ، للوضع (0) تتراجع الاسطوانة 4 ومعها الاسطوانة 3 المتصلة معها ميكانيكياً ، ويعود الزيت الهيدروليكى من خلف مكبس الاسطوانة 3 عبر الصمام اللارجعى 2

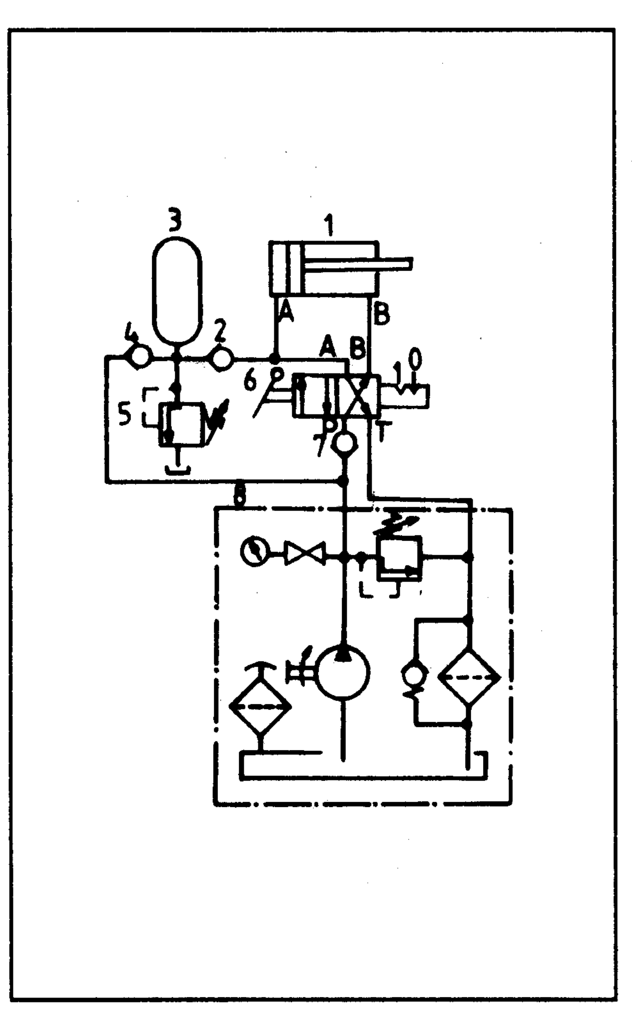
(نتيجة لوصول اشارة ضغط للفتحة x) إلي الخزان 1 من جديد ، بينما يعود الزيت من خلف الاسطوانة 4 عبر المسار T ← A للصمام 6 .

ملاحظة :

دائرة الملء المسبقه للضغط مفيدة عند استخدام وحدة قدرة هيدروليكية صغيرة لتشغيل اسطوانة كبيرة الحجم وهذا أوفر من الناحية الاقتصادية .

٣/٨/٤ - دائرة المؤازرة بالمركم Accumulator Circuit

الشكل (٣ - ٣٦) يعرض دائرة مؤازرة بمحرك هيدروليكى .



الشكل (٣ ـ ٣٦)

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر خرج وحدة القدرة 8 عبر الصمام اللارجعى 7 ثم عبر الصمام 6 فى المسار A ← B وصولاً للاسطوانة1، فتتقدم الأسطوانة 1 بسرعة عالية ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يرتفع ضغط وحدة القدرة ، وصولاً للضغط المعاير عليه صمام التصريف الخاص بها، وبالتالى تزداد قوة دفع الاسطوانة فى نهاية الشوط .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 6 للوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائي الأيمن فتتراجع الاسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة ويشحن المركم 3 وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط العودة تبدأ وحدة القدرة الهيدروليكية برفع ضغط المركم ، وصولاً للضغط المعاير عليه صمام التصريف 5

٩/٣ - تزامن حركة الاسطوانات

Cylinders Synchronizing Circuits

أحيانا يلزم الأمر فى العمليات الصناعية والمعدات الهيدروليكية حركة اسطوانتين أو أكثر - حركة تزامنية - والمقصود بالحركة التزامنية هى تساوى سرعة الاسطوانات مع الاتفاق فى لحظة البدء ،ولحظة الانتهاء ، مهما اختلفت أحمال كل اسطوانة على حدة . وتوجد عدة طرق مستخدمة لهذا الغرض وهى كما يلى:

١ - التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوازى مع ربطهم ميكانيكياً .

٢ - التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوالى .

٣ - التزامن باستخدام المراكم المتماثلة .

٤ - التزامن باستخدام صمامات تنظيم التدفق المزدوجة .

٥ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية .

٦ - التزامن باستخدام صمامات التزامن .

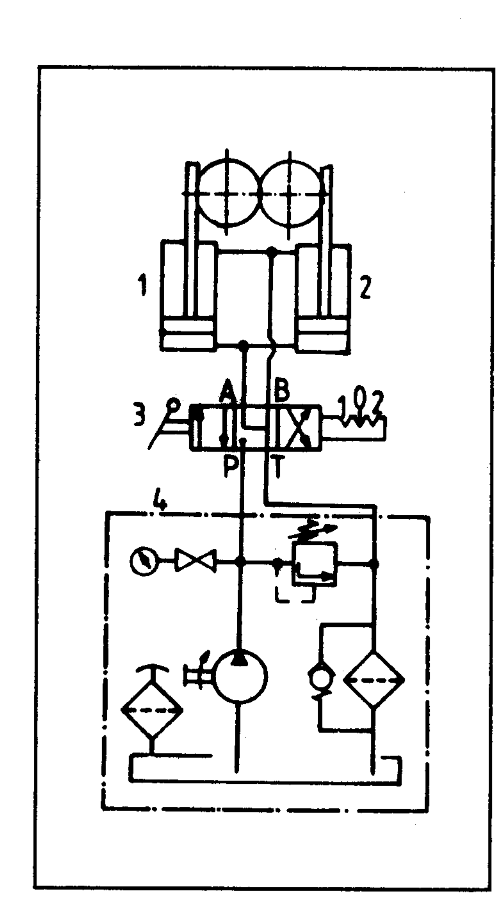
٧ – التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية .

٨ – التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق .

٣/٩/١ – التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوالى أو على التوازى :

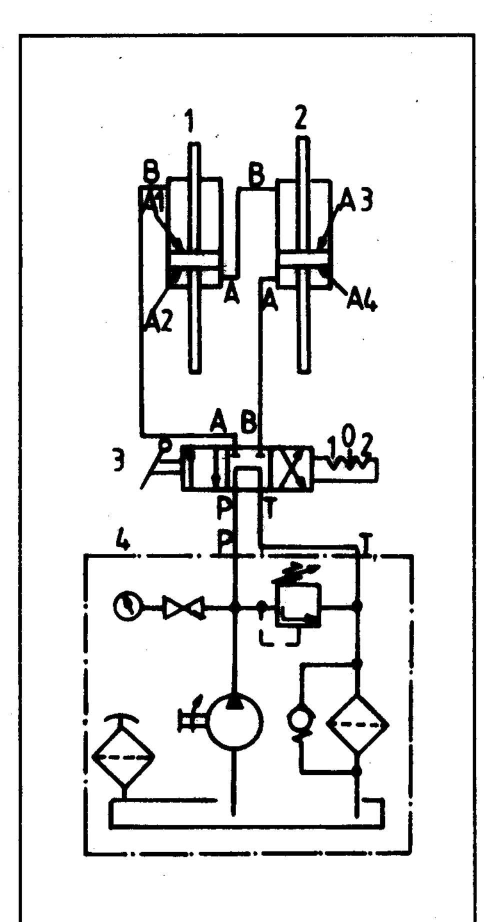
الشكل (٣ – ٣٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 وذلك بتوصيلهما بالتوازى مع عمل ربط ميكانيكى بينهما بواسطة جريدتين مسننتين وترسين كما هو واضح فى الشكل ذاته .

وتستخدم هذه الطريقة مع الاسطوانات المتجاورة والتى تتحرك فى نفس الاتجاه ، والتى لها نفس الحجم .



الشكل (٣ – ٣٧)

أما الشكل (٣ – ٣٨) فيعرض دائرة هدروليكية لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 ، وذلك بتوصيلهما على التوالى ، ويشترط لتحقيق شرط التزامن عدم حدوث أى تسرب للسائل الهيدروليكى المتدفق من الاسطوانة 1 إلى الأسطوانة 2 وذلك فى الوصلة AB وايضاً يجب أن تكون A2 = A3 ولذلك يفضل استخدام هذه الطريقة مع الاسطوانات ذات ذراعى الدفع.



الشكل (٣ – ٣٨)

٣/٩/٢ – التزامن باستخدام المراكم المتماثلة :

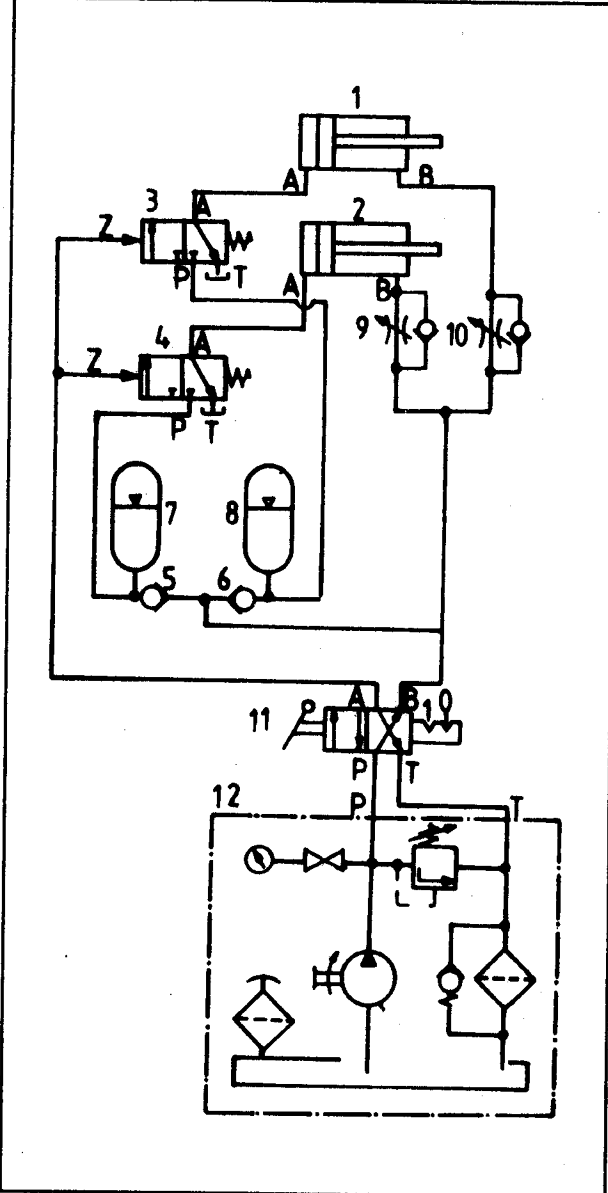
فى الشكل (٣ – ٣٩) دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب فقط وذلك باستخدام مركمين متماثلين .

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 11 على وضع (1) يتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر ، فتصل إشارة ضغط لفتحة التحكم Z لكلا الصمامين 3,4 فيتغير وضع التشغيل لكلا الصمامين ليصبح الوضع الأيسر فيمر الزيت الهيدروليكى من كلا المركمين المتماثلين 7,8 عبر المسار P → A للصمامين 3,4 فيحدث تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب .

أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 11 لوضع (0) يعود وضع تشغيل الصمام

للوضع الإبتدائى الأيمن ، فتتراجع الاسطوانتان 1,2 معاً ، وفى نفس الوقت ويشحن المركمان 7,8 فى آن واحد وصولاً للضغط المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية، علماً بأنه يمكن ضبط التزامن ، وذلك بالاستعانة بالصمامات الخانقة اللارجعية 10,9 .



الشكل (٣ - ٣٩)

ملاحظة :

للحصول على أداء جيد لعملية التزامن يلزم عدم حدوث أى تسربات فى الصمامات المستخدمة .

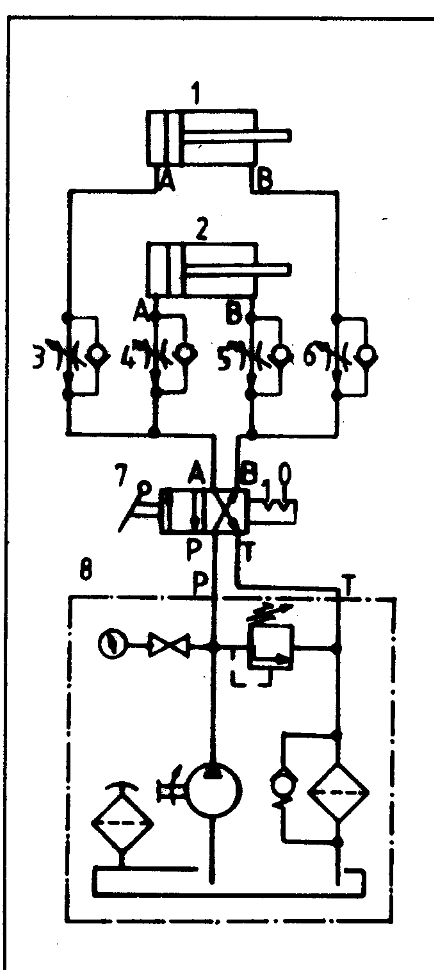
٣/٩/٣ - التزامن باستخدام صمامات تنظيم التدفق المزدوجة :

فى الشكل (٣ - ٤٠) دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوطى الذهاب والعودة وذلك بإستخدام عدد 4 صمام تنظيم تدفق مزدوج قابل للمعايرة 3,4,5,6 للتحكم فى الزيت الهيدروليكى الخارج من الاسطوانتين .

وتحتاج هذه الدائرة إلي زيت نظيف خالٍ من الشوائب من أجل الحصول على أداء جيد لصمامات تنظيم التدفق المزدوجة وبذلك يتحقق التزامن فى شوطى الذهاب والعودة علماً بان تنظيم سرعة الاسطوانتين فى الذهاب والعودة يتم بتنظيم تدفق الزيت الراجع منهما .

فصمام تنظيم التدفق المزودج القابل للمعايرة 3 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة 1 عند العودة والصمام 4 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانةعند العودة ، والصمام 5 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة 2 عند الذهاب والصمام 6 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة 1 عند الذهاب .

ويمكن بتعديل معايرة الصمامين 5,6 الوصول لتزامن الاسطوانتين عند الذهاب وأيضاً بتعديل معايرة الصمامين 3,4 يمكن الوصول لتزامن الاسطوانتين عند العودة .



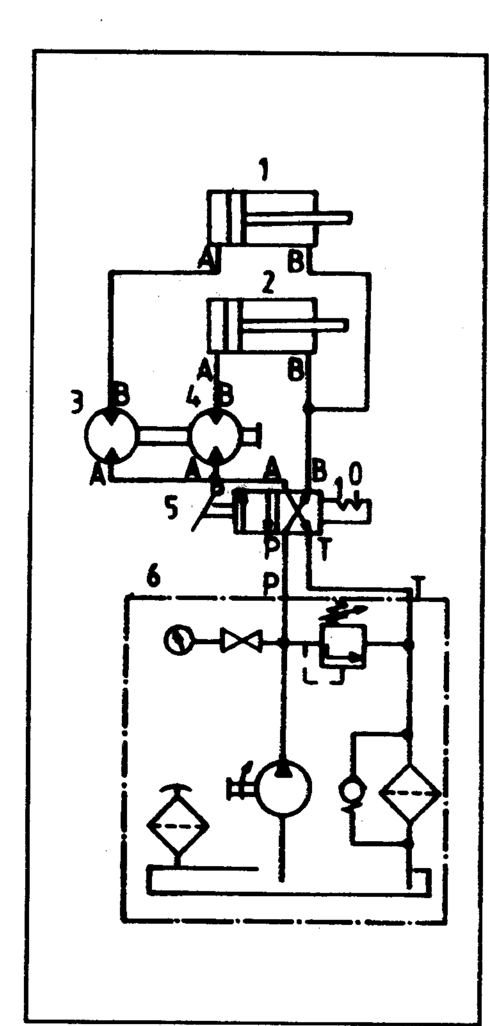
الشكل (٣ - ٤٠)

ملاحظة :

يمكن استخدام صمامات تنظيم تدفق مزدوجة بتعويض ضغط ثابت التدفق (غير قابلة المعايرة) إذا تساوى حجم الاسطوانتين ،وعندما لا يكون هناك حاجة لتعديل سرعة الاسطوانتين .

٣ /٩/ ٤ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية :

الشكل (٣ - ٤١) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 بإستخدام محركين هيدروليكيين متماثلين فى الحجم 3,4 ومرتبطين معاً ميكانيكياً ، وبذلك فإن حجم وضغط الزيت الهيدروليكى الداخل والخارج من المحركين سيكون متساوياً وبالتالى تتحقق شروط التزامن وهى تساوى الحجم المتدفق لكلا الأسطوانتين وكذلك ضغط التشغيل لهما .

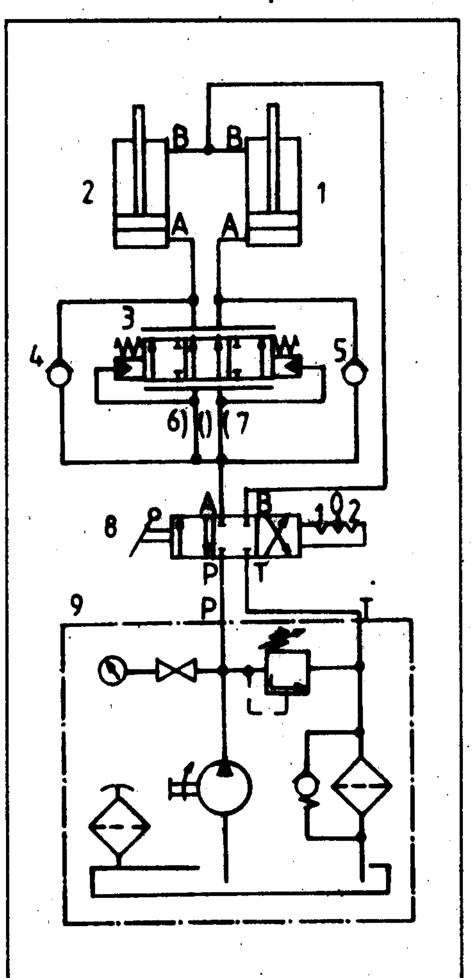


الشكل (٣ - ٤١)

٥/٩/٣ - التزامن بإستخدام صمام التزامن :

صمام التزامن المستخدم فى التزامن هو صمام 4/3 يعمل بإشارتى ضغط وله عدد لا نهائى من مواضع التشغيل وبالتالى يعمل كصمام اتجاهى وصمام خانق فى آن واحد تماماً مثل الصمامات المؤازرة أو الصمامات التناسبية (إذا أردت معرفة المزيد من هذا الموضوع بادر بإقتناء كتاب التحكم الإليكتروهيدروليكى وتطبيقاته العملية) .

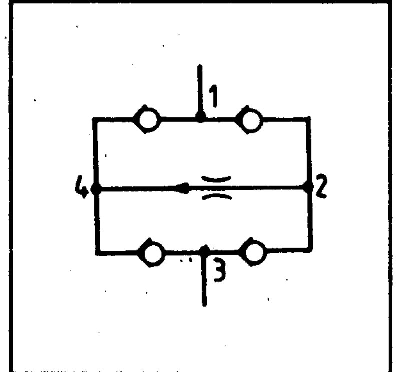
والشكل (٣ - ٤٢) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب حيث يقسم تدفق وحدة القدرة فى مسارين واحد لكل اسطوانة وكل مسار يمر خلال صمام خانق (الصمامات الخانقة هى 6,7) وبعد ذلك يمرر التدفق خلال صمام التزامن 3 ذو التغير اللانهائي للتدفق والذى يعمل بضغوط مخارج الصمامات الخانقه 7 و 6 فإذا ازداد التدفق فى الصمام الخانق 6 عند التدفق فى الصمام الخانق 7 نتيجة لزيادة الحمل علي الاسطوانة 1 فإن ضغط السائل الهيدروليكى عند مخرج الصمام 7 سيكون أكبر من الضغط عند مخرج الصمام 6 وبالتالى فإن وضع تشغيل صمام التزامن 3 يتحرك جهة اليسار للوضع الذى يسمح بخنق تدفق الزيت المار للاسطوانة 2 للمحافظة على التزامن ، وهكذا .



الشكل (٣ - ٤٢)

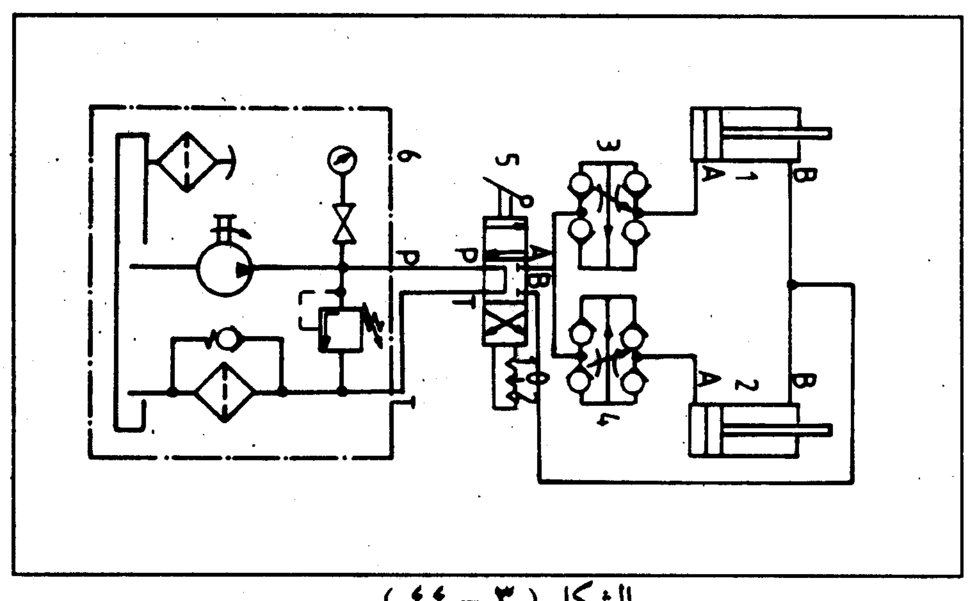
٦/٩/٣ - التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية :

فى البداية سنلقى الضوء على قناطر التوحيد الهيدروليكية المستخدمة فى التزامن ، وتتكون قنطرة التوحيد من أربعة صمامات لارجعية مع صمام تنظيم ضغط مزدوج وتوصل هذه العناصر بالطريقة الموضحة بالشكل (٣ - ٤٣) . عند دخول الزيت المضغوط للمدخل 1 يمر فى المسار 1 ← 2 ثم فى المسار 4 ← 2 مروراً بصمام تنظيم التدفق المزدوج ، ثم فى المسار 3 ← 4 ليخرج من المخرج 3 . وعند دخول الزيت المضغوط للمدخل 3 يمر فى المسار 2 ← 3 ثم المسار 4 ← 2 ثم المسار 1 ← 4 ليخرج من الفتحة 1 ويلاحظ أنه بغض النظر عن اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكى فإنه لابد أن يمر فى صمام تنظيم التدفق المزدوج فى الاتجاه 4 ← 2 وهو اتجاه عمل الصمام .



الشكل (٣ - ٤٣)

وفى الشكل (٣ - ٤٤) دائرة هيدروليكية لعمل تزامن فى شوطى الذهاب والعودة بين الاسطوانتين 1,2 مستخدماً قنطرتى التوحيد 3,4.

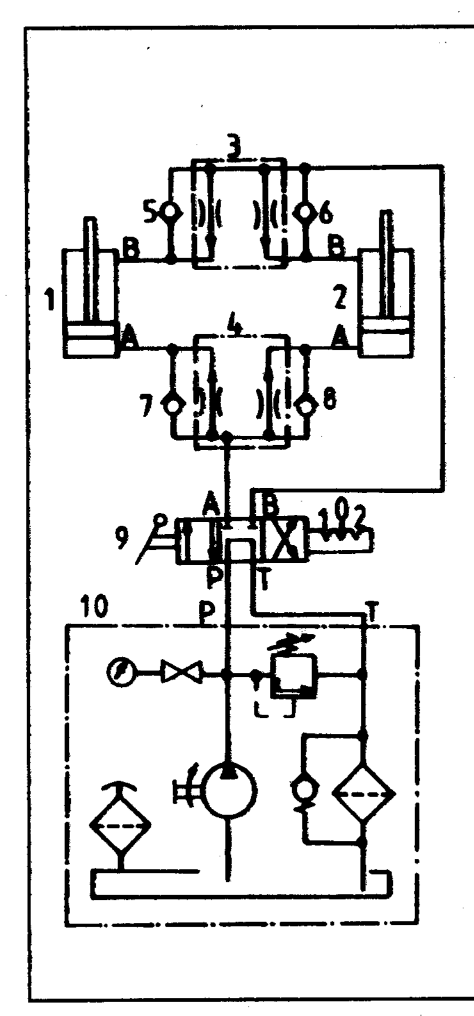


الشكل (٣ - ٤٤)

ملاحظات :

١ – تقوم قناطر التوحيد 3,4 بتنظيم تدفق الزيت الداخل للاسطوانات عند الذهاب ، وتنظيم تدفق الزيت الراجع من الاسطوانات عند العودة أى أن : عملية التزامن ستتم فى الذهاب والعودة .

٢ – تستخدم صمامات تنظيم تدفق قابلة للمعايرة فى قناطر التوحيد 3,4 وفى حالة عدم تساوى أحجام الاسطوانات 1,2 لضبط عملية التزامن .



الشكل (٣ – ٤٥)

٣/٩/٧ – التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق :

الشكل (٣ – ٤٥) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 مستخدماً صمامى تقسيم التدفق 3,4 وكذلك الصمامات اللارجعية 5,6,7,8 حيث يقوم صمام تقسيم التدفق بتقسيم التدفق بين مستخدمين بالتساوى بغض النظر عن حمل كل مستخدم .

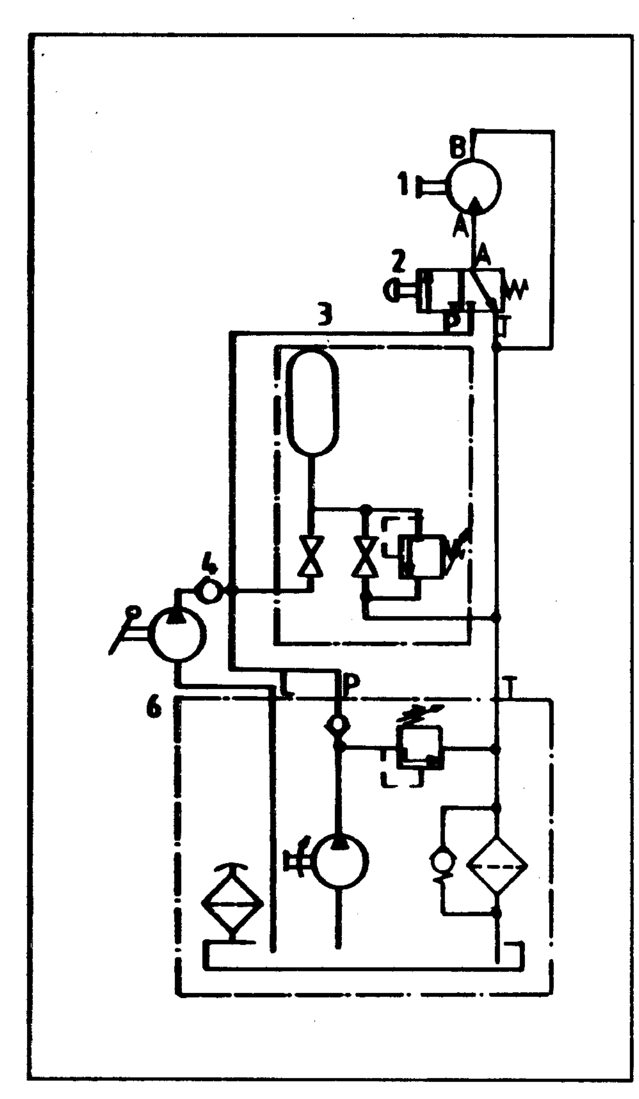
فصمام تقسيم التدفق 4 يقوم بتقسيم تدفق وحدة القدرة بالتساوى علي الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب فى حين يقوم الصمامان اللارجعيان 5,6 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 3 .

أما صمام تقسيم التدفق 3 فيقوم بتقسيم تدفق وحدة القدرة بالتساوى على الاسطوانتين 1,2 فى شوط العودة فى حين يقوم الصمامان اللارجعيان 7,8 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 4 فى هذا الشوط وبذلك يمكن الحصول على

تزامن للاسطوانتين 1,2 فى شـوط الذهاب ، وكـذلك شوط العودة .

٣/١٠ - دوائر التحكم فى المحركات الهيدروليكية :

تمتـاز المحـركـات الهيـدروليكيـة بالمدى الواسع للسـرعـات والعـزوم ، وسلامتـها من التلف حتى عند تعرضـها لفـرملة كـاملة نتيجة للاحمال الكبيرة وهذا بالفـعل لا يتـواجـد فى المحركات الكهربية كما أن المحـركـات الهـيـدوليكيـة أحـجامـها صغيـرة مقـارنة بأحجام المحركات الكهربية التى لها نفس القدرة .



الشكل (٣ ـ ٤٦)

٣/١٠/١ - التحكم فى المحركات ذات الاتجاه الواحد :

الشكل (٣-٤٦) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى محرك يستخدم كبادئ حركة آلة احتراق داخلى خاصة بوحدة توليد كهربية ومن المعروف أن القدرة المطلوبة لبدء حركة آله الاحتراق الداخلى تكون كبيرة ولكن لفترة زمنية

قصيرة كما أن الفترة الزمنية بين كل مرتين متتاليتين للتشغيل تكون كبيرة لذلك تأخذ القدرة الهيدروليكية المطلوبة للبدء باستخدام مركم هيدروليكى وأثناء توقف محرك البدء تقوم وحدة القدرة بشحن المركم ، علماً بأنه يستخدم مضخة يدوية فى الدائرة لاستخدامها كمضخة طوارئ لشحن المركم عند حدوث عطل بوحدة القدرة الهيدروليكية .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

محرك هيدروليكى ثابت الحجم ويدور فى اتجاه واحد	1
صمام اتجاهى 3/2 بضاغط تشغيل وياى إرجاع	2
مركم هيدروليكى بمرفقاته	3
صمام لارجعى	4
مضخة هيدروليكية يدوية	5
وحدة قدرة هيدروليكية	6

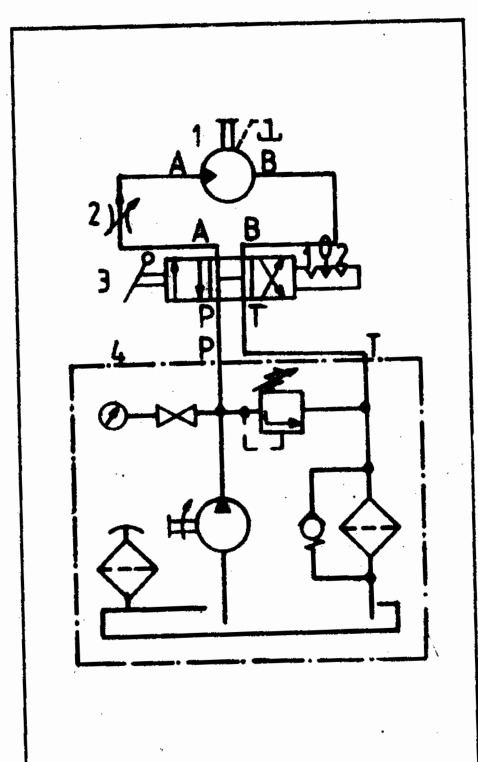
نظرية تشغيل الدائرة :

عند الضغط على ضاغط تشغيل الصمام 2 يتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من المركم 3 وكذلك وحدة القدرة الهيدروليكية 6 عبر المسار P ← A لهذا الصمام وصولاً للفتحة A للمحرك 1 فيدور المحرك ليدير معه آلة الاحتراق الداخلى وبمجرد إزالة الضغط عن ضاغط تشغيل الصمام 2 يعود الصمام لوضعه الأيمن فيحدث قصر بين مدخل ومخرج المحرك الهيدروليكى 1 ، فيدور المحرك بعزم القصور الذاتى له حتى يقف وفى نفس الوقت تقوم وحدة القدرة الهيدروليكية 6 بشحن المركم الهيدروليكى ويلاحظ أن المركم الهيدروليكى يصاحبه محبسان يدويان ، وصمام تصريف ضغط مباشر فالمحبس الأيسر يكون عادة مفتوحاً ويسمى بمحبس الشحن والمحبس الأيمن عادة يكون مغلقاً ويسمى بمحبس التفريغ وصمام التصريف المباشر يستخدم لتصريف ضغط

المركم إذا زاد عن القيمة المعاير عليها هذا الصمام .

٣/١٠/٢ - تنظيم سرعة المحركات ذات الاتجاه الواحد :

فى الشكل (٣ - ٤٧) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى ذى اتجاه واحد مستخدماً صمام تنظيم تدفق مزدوج قابل المعايرة وصمام 4/3 بوضع تعادل عائم .



الشكل (٣ ـ ٤٧)

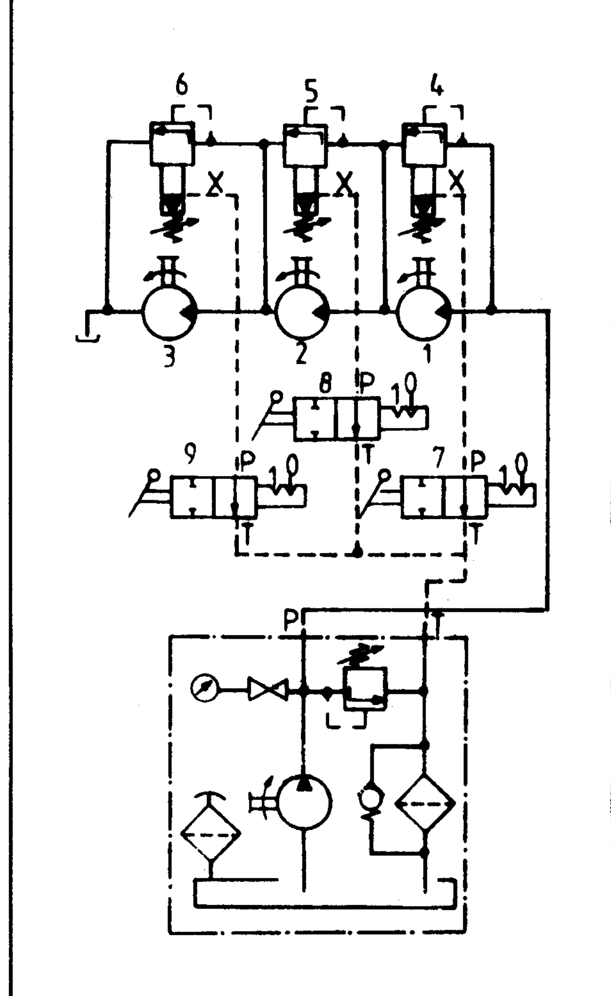
نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) فإن المحرك سوف يدور فى اتجاه عقارب الساعه ويمكن ضبط سرعة المحرك عند أى سرعة بواسطة معايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 2 .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (2) فإن المحرك سيتوقف بفرملة نتيجة لدخول الزيت المضغوط فى الفتحة B للمحرك بدلاً من الفتحة A .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (0) فإن المحرك سوف يدور بعزم القصور الذاتى بحرية إلي أن يتوقف طبيعياً ، وذلك لعمل قصر بين مدخل المحرك A مع مخرج المحرك B .

٣/١٠/٣ - توصيل المحركات الهيدروليكية على التوالى :



الشكل (٣ ـ ٤٨)

بالشكل (٣ - ٤٨) دائرة هيدروليكية يوصل فيها ثلاثة محركات هيدروليكية بالتوالى معاً وهى 1,2,3 ويمكن التحكم فى تشغيل وإيقاف المحركات الثلاثة بواسطة ثلاثة صمامات اتجاهية 2/2 وهى 7,8,9 وثلاثة صمامات تتابعية سابقة التحكم ، وهى 4,5,6 فعندما تكون الصمامات الإتجاهية على وضع (0) تكون المحركات الثلاثة 1,2,3 فى وضع التوقف ، وذلك لأن خرج المضخة يمر خلال الصمام 4 ثم الصمام 5 ثم الصمام 6 ثم إلي الخزان مرة أخرى نتيجة لوصول مدخل التحكم لهذه الصمامات بالخزان من خلال الصمامات الاتجاهية 7,8,9.

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 8 على وضع (1) ينقطع اتصال وصلة التحكم للصمام التتابعى سابقة التحكم 5 مع الخزان فيعود الصمام التتابعى مفتوحاً وبالتالى يمر تدفق وحدة القدرة عبر المحرك 2 فيدور المحرك ، ويقوم الصمام التتابعى 5 فى هذه الحالة بحماية المحرك من الأحمال الزائدة ، وكذلك يقوم بعمل فرملة للمحرك عند إيقاف المحرك وذلك عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 8على وضع (0) .

ملاحظات :

١ – يجب أن يكون ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية مساوياً مجموع ضغوط المحركات الثلاثة حتى تتمكن من إدارة المحركات الثلاثة معاً فى آن واحد .

٢ – تعتبر هذه الطريقة اقتصادية لإدارة مجموعة من المحركات وتستخدم هذه الطريقة فى تشغيل أوناش السفن وبعض الاستخدامات الأخرى .

٣/١٠/٤ – تنظيم سرعة المحركات ذات الاتجاهين :

الشكل (٣ – ٤٩) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين .

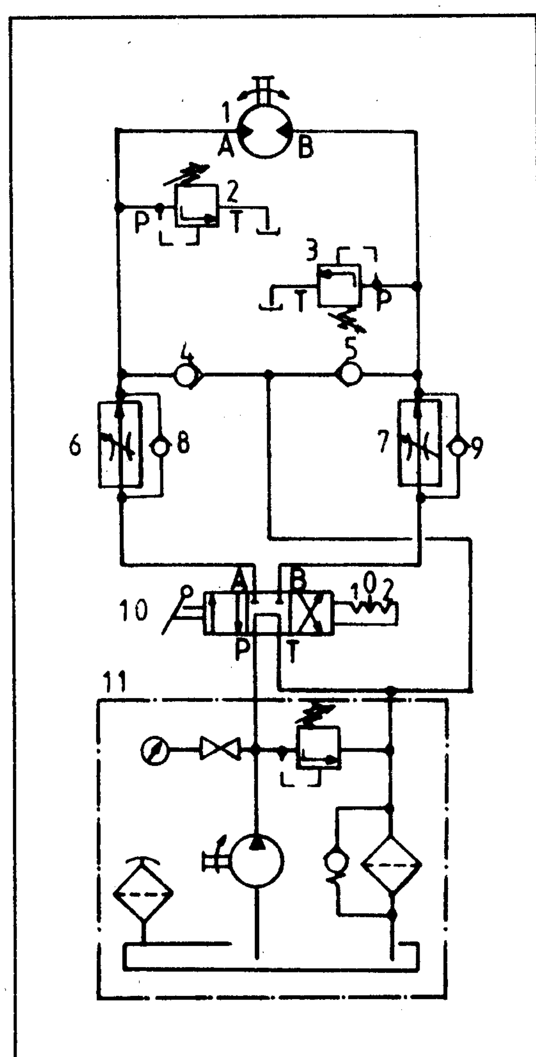
الشكل (٣ ـ ٤٩)

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يدور المحرك فى إتجاه عقارب الساعة ويمكن تنظيم سرعة المحرك فى هذه الحالة بمعايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج القابل المعايرة 2 وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 6على وضع (0) يدور المحرك بحرية تحت تأثير عزم القصور الذاتى للحمل إلى أن يتوقف طبيعياً وذلك نتيجة لحدوث اتصال بين مدخل ومخرج المحرك 1 معاً بواسطة وضع التعادل للصمام الاتجاهى 6 .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يدور المحرك 1 عكس عقارب

الساعة ويمكن تنظيم سرعة المحرك بمعايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 4. وفى الشكل (٣ - ٥٠) دائرة هيدروليكية أخرى لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدور فى الجاهين ويدير أحمال لها عزم قصور ذاتى كبير .حيث يستخدم صمام تصريف الضغط المباشر 2 لتصريف الضغط الزائد عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى عكس عقارب الساعة أما صمام تصريف الضغط المباشر 3 فيستخدم لتصريف الضغط الزائد عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى مع عقارب الساعة والصمام اللارجعى 4 يستخدم لإمداد خط السحب المتصل بالفتحة A للمحرك بالزيت الهيدروليكى عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى جهة اليمين ، أما الصمام اللارجعى 5 فيستخدم لإمداد خط السحب المتصل بالفتحة B للمحرك بالزيت الهيدروليكى عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى جهة اليسار ، وصمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة يستخدم للتحكم فى سرعة المحرك عند دورانه جهة اليمين ، أما صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 7 فيستخدم للتحكم فى سرعة المحرك عند دورانه جهة اليسار .



الشكل (٣ ـ ٥٠)

ملاحظة :

لا تختلف دوائر التحكم فى الاسطوانات الدوارة عن الدوائر المستخدمة فى التحكم فى المحركات الهيدروليكية التى تدور فى اتجاهين .

٣/١٠/٥ - وسائل الإدارة الهيدروستاتيكية (الدوائر المغلقة) :

Hydrostatic Transmission (Closed Circuit)

تعتبر وسائل الإدارة الهيدروستاتيكية أهم الوسائل التى يمكن الحصول منها على عزوم عالية وسرعات منخفضة أو العكس وعادة فإن أقصى قدرات يمكن الحصول عليها عند السرعات المنخفضة وتستخدم هذه الوحدات فى المعدات الثقيلة المستخدمة فى الإنشاءات ، وتتكون الدوائر المغلقة للوسائل الهيدروستاتيكية من مضخة بمخرجين ومحرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين وهناك عدة تصميمات لوسائل الإدارة الهيدروستاتيكية هى كالاتى :

١ ـ وسائل الإدارة الثابتة العزم وتتكون من : دائرة مغلقة بمضخة بمخرجين متغيرة الحجم ومحرك ذى اتجاهين ثابت الحجم وبالطبع فإن قيمة العزم تعتمد على ضغط النظام وهذا النوع هو الأكثر إنتشاراً .

٢ ـ وسائل الإدارة الثابتة القدرة وتتكون من : دائرة مغلقة بمضخة بمخرجين ثابتة الحجم ، ومحرك ذى اتجاهين متغير الحجم ، علماً بأن القدرة تتناسب طردياً مع الضغط .

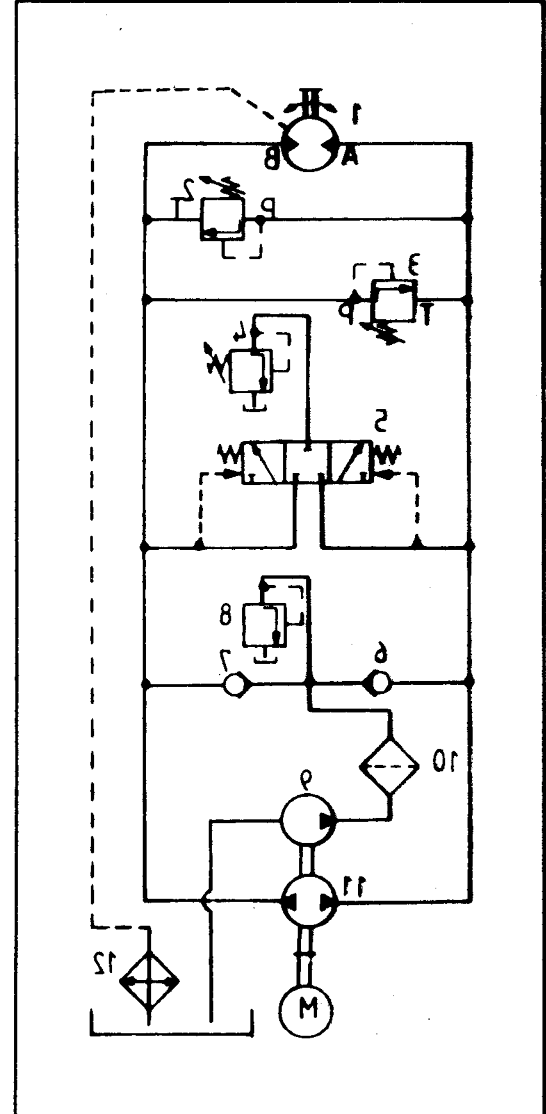
٣ ـ وسائل الإدارة ثابتة العزم والقدرة ، وتتكون من دائرة مغلقة بمضخة بمخرجين متغيرة الحجم ومحرك ذى اتجاهين متغير الحجم ونادراً ما يستخدم هذا النوع .

وفى الشكل (٣ - ٥١) دائرة مغلقة لوسيلة إدارة هيدروستاتيكية من النوع الأول (ثابتة العزم) وتتكون الدائرة المغلقة من مضخة بمخرجين متغيرة الحجم الهندسى 11 ومحرك باتجاهين ثابت الحجم الهندسى 1 ويوجد بعض العناصر الهيدروليكية للوصول للأداء الأمثل لهذه الدائرة المغلقة مثل :

أ ـ عناصر الحماية من ارتفاع الضغط عن الحد الآمن ، ويستخدم فى ذلك كلاً من :

١ - صمامات تصريف الضغط المباشر 2,3 حيث تقوم بحماية المحرك من الأحمال الزائدة وذلك بتصريف الضغط من الجهة ذات الضغط المرتفع إلى الجهة ذات الضغط المنخفض وكذلك فإن صمامات تصريف الضغط تقوم بعمل فرملة للمحرك عند إنقطاع تدفق المضخة .

٢ - الصمام الاتجاهى 3/3 رقم 5 مع صمام تصريف الضغط المباشر 4 حيث يقوم الصمام الاتجاهى 5 بتوصيل جانب الدائرة المغلقة ذات الضغط العالى بصمام تصريف الضغط 4 لتصريف الضغط الزائد إلى الخزان .



الشكل (٣ ـ ٥١)

وتصمم هذه الدائرة باستبدال 25% من الزيت المار فيها بزيت آخر من الخزان مرشح ومبرد ، وذلك باستخدام مضخة التعزيز 9 والمرتبطة ميكانيكيا مع المضخة الرئيسية حيث تقوم مضخة التعزيز بضخ الزيت الهيدروليكى من الخزان إلى خط الضغط المنخفض من خلال الصمامات اللارجعية 6,7 فإذا كان خط الضغط الأيسر هو خط الضغط المنخفض يمر تدفق مضخة التعزيز عبر الصمام اللارجعى 6 بينما يكون الصمام اللارجعى 7 مغلقاً بسبب الضغط الزائد فى الخط الأيمن .

ملاحظة :

سميت هذه الدائرة بالدائرة المغلقة لأن الزيت الخارج من المضخة 11 يذهب للمحرك 1 والزيت الراجع من المحرك 1 يعود للمضخة 11 ولا يوجد خزان وسيط فى هذه الدائرة غير أنه يتم استبدال 25% من زيت هذه الدائرة بواسطة المضخة 9 (مضخة التعزيز) من خزان معد لذلك لتبريد وترشيح زيت الدائرة المغلقة .

الباب الرابع

تطبيقات

تطبيقات

٤/١/ - المكابس الهيدروليكية :

تتوافر المكابس الهيدروليكية بأحجام وتصميمات مختلفة وهى تستخدم للقطع والتشكيل على البارد أو الساخن ، وهناك عدة مميزات للمكابس الهيدروليكية عن المكابس الميكانيكية يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ - تحتوى على أجزاء متحركة قليلة مما يقلل من تكاليف الصيانة .

٢ - يمكن تعديل قوة الدفع وطول مشوار المكبس بالقيم المطلوبة .

٣ - سرعة المكابس يمكن التحكم فيها بسهولة ويمكن تكرار الأشواط إلى 6000 شوط فى الدقيقة وذلك بتصميمات خاصة .

٤ - قوة دفع المكبس تتواجد فى أى نقطة من نقاط شوط الذهاب وتختلف المكابس الهدوليكية من حيث الحجم والشكل الهندسى والسعة ، ويعرف حجم المكبس بالطن وكذلك تختلف الأغراض المستخدمة فيها المكابس فبعض المكابس تستخدم فى الأغراض العامة والبعض تستخدم فى أغراض خاصة مثل :

السحب العميق والحدادة .... الخ

فيما يلى أهم أنواع مكابس التشكيل حسب نوعية الفعل بها :

١ - المكابس الأحادية الفعل بمعنى أن الأسطوانات المستخدمة سواء كانت واحدة أو أكثر تقوم بعملية التشكيل فقط .

٢ - مكابس ثنائية الفعل بمعنى أن الاسطوانات المستخدمة لها عملان : الأول هو القيام بتثبيت الشغلة ، والثانى القيام بعملية التشكيل على سبيل المثال مكابس السحب العميق .

٣ - مكابس ثلاثية الفعل بمعنى أن الاسطوانات المستخدمة لها ثلاثة أعمال : الأول عملية التثبيت ، والثانى عملية التشكيل ، والثالث عملية طرد الشغلة المشكلة من قالب التشكيل على سبيل المثال : (بعض مكابس السحب العميق ايضاً) .

وفيما يلى عرض لأهم أنواع المكابس حسب شكل الهيكل والفرشة فتصنع المكابس فى العادةبشكلين مختلفين للهياكل وهما :

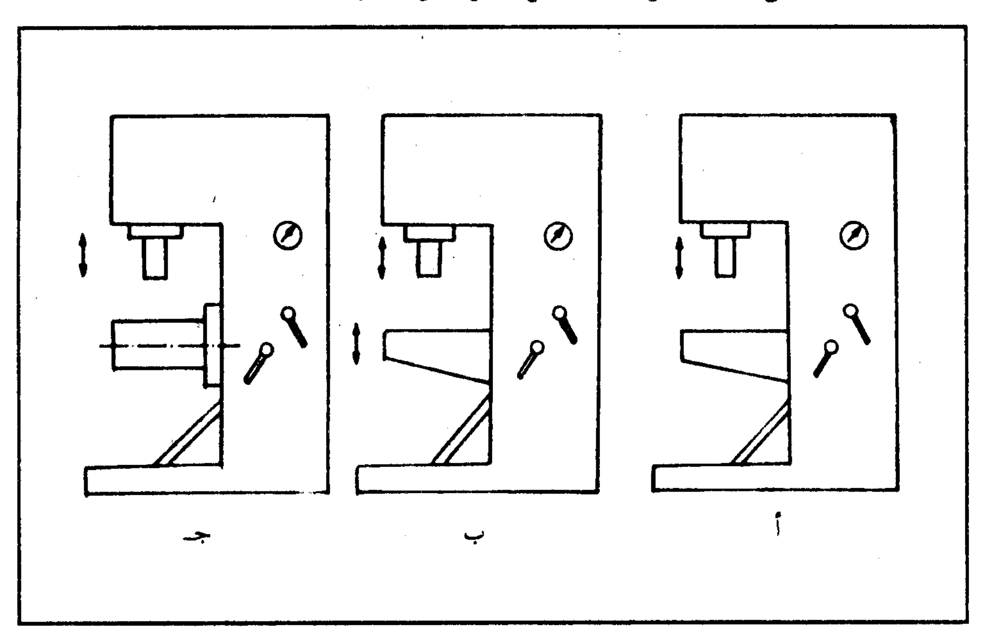
١ - مكابس بهياكل على شكل حرف C تصل أحجام هذه المكابس إلي 200 TONS .

يوجد عدة أنواع من هذه المكابس أهمها موضح بالشكل (٤ - ١) وهى كالآتى :

أ ـ المكابس ذات الفرشة الثانية ويطلق عليها Gap

ب ـ المكابس ذات الفرشة المتحركة ، ويطلق عليها Knee

جـ ـ المكابس ذات الفرشة الاسطوانية ويطلق عليها Horn



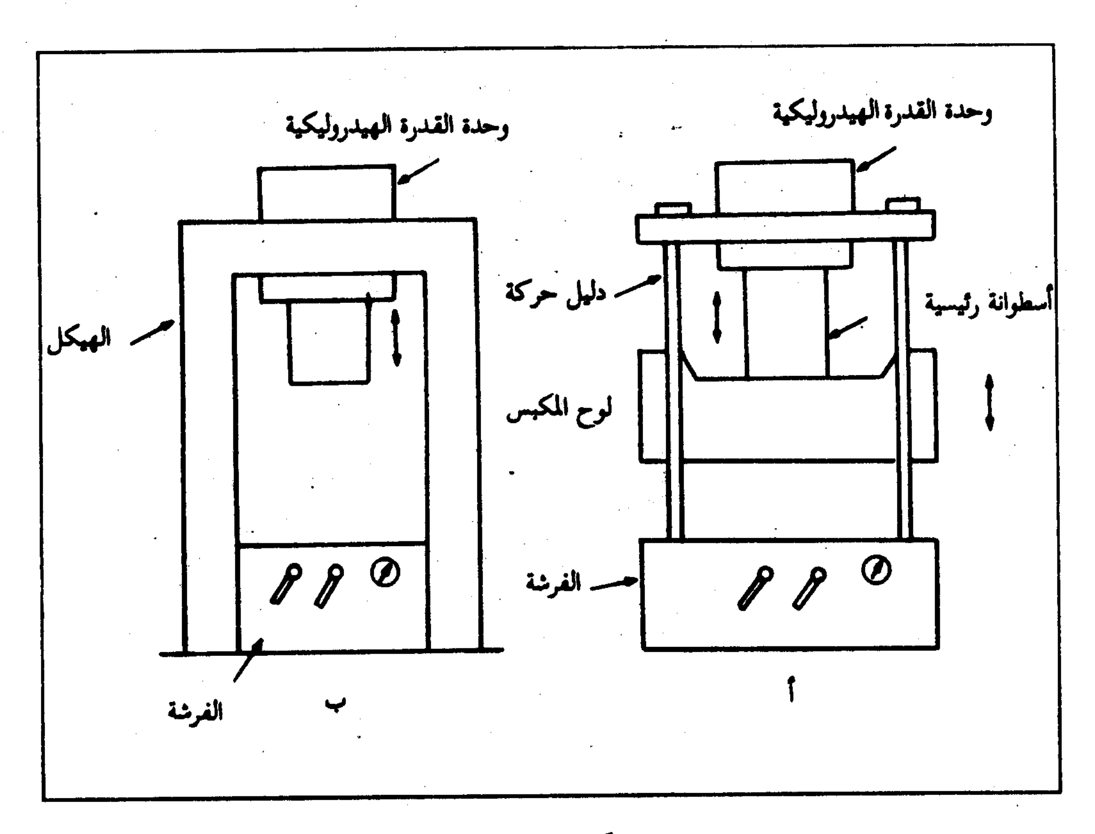
الشكل (٤-١)

٢ - مكابس بهياكل ذات جوانب مستقيمة Straight - Side وتتميز هذه المكابس بأن لها فرشات كبيرة ، ومزودة باسطوانات لها مشاوير كبيرة .

وتصل أحجام هذه المكابس إلى looo tons ويوجد عدة أنواع من هذه المكابس أهمها موضح بالشكل(٤ - ٢) وهى كالآتى :

أ ـ المكابس ذات الاعمدة ، وتحتوى هذه المكابس فى العادة على أربعة أعمدة تعمل كدلائل لحركة القالب المتحرك ، وتحتوى على اسطوانة أو أكثر للقيام بعملية التثبيت والتشكيل ويطلق عليها Pillar

ب ـ المكابس الثابتة ويكون هيكلها مقفلاً ويطلق عليها Solid



الشكل (٤-٢)

وهناك بعض الاحتياطات الأمنية المستخدمة فى أكثر المكابس مثل :

١ - لا يعمل المكبس إلا إذا تم الضغط على ضاغطى تشغيل فى آن واحد أو دفع ذراعى تشغيل فى آن واحد ، وذلك لحماية أيدي الشغل .

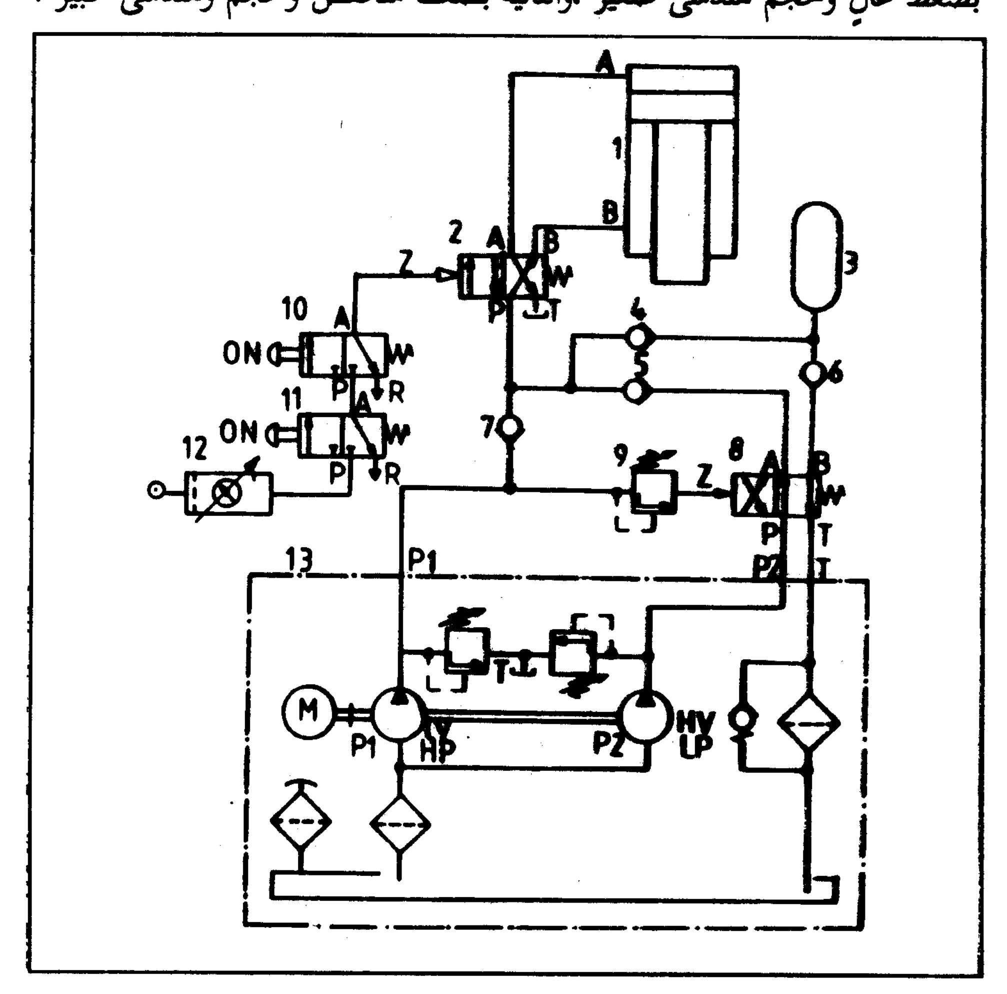
٢ - لا يعمل المكبس إلا عند غلق غرفة المكبس بواسطة شبكة متحركة، يمكن تحريكها باليد أو وسيلة كهربية أو بالهواء المضغوط .

٣ – يتوقف المكبس عن العمل بمجرد اقتراب أى جسم غريب فى المنطقة الخطرة بواسطة خلية ضوئية .

وسوف نتناول فى الفقرات القادمةبعض الدوائر الهيدروليكية المستخدمة فى المكابس .

٤/١/١/ – المكبس ذو المضختين (عالية – منخفضة) :

الشكل (٤ – ٣) يعرض دائرة هيدروليكية لمكبس مزود بمضختين إحداهما بضغط عالٍ وحجم هندسى صغير ،والثانية بضغط منخفض وحجم وهندسى كبير .



الشكل (٤-٣)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة المكبس .	1
صمام 4/2 هيدروليكى يعمل بإشارة هوائية وياى .	2
مركم هيدروليكى .	3
صمام لارجعى .	4, 5, 6, 7
صمام 4/2 هيدروليكى يعمل بإشارة هيدروليكية وياى .	8
صمام تصريف ضغط مباشر .	9
صام 3/2 هوائى بضاغط وياى إرجاع .	10, 11
وحدة خدمة هوائية (لترشيح وتجفيف وتنظيم ضغط وتزييت الهواء المضغوط) .	12
وحدة قدرة هيدروليكية .	13

نظرية تشغيل الدائرة :

عند الضغط على ضاغط الصمام 10 وضاغط الصمام 11 فى آن واحد (لتشغيل) ذراعى المشغل أثناء تشغيل المكبس من أجل السلامة) تصل إشارة ضغط هوائية من وحدة توليد الهواء المضغوط ماراً بوحدة الخدمة 12 ، ثم مروراً بالمسار A ← P للصمام الهوائى 11 ، ثم مروراً بالمسار A ← P للصمام الهوائى 10 ، وصولاً لمدخل التحكم z للصمام الهيدروليكى 2 ، فيتغير وضع التشغيل لهذا الصمام للوضع الأيسر ، فيمر الزيت الهيدروليكى المضغوط من المضختين P2 و P1 المركم الهيدروليكى 3 عبر المسار A ← P لهذا الصمام ، وصولاً للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة 1 للأمام ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة للخزان عبر المسار T ← B للصمام نفسه .

وعند الوصول لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف الاسطوانة ، فيرتفع ضغط المضخة ذات الضغط العالى P_1 للحد الذى عنده يفتح الصمام التتابعى 9 ليصل إشارة ضغط هيدروليكية للمدخل z للصمام الهيدروليكى 8 ، فيتغير وضع الصمام للوضع الأيسر، فيمر تدفق المضخة P_2 ذات الضغط الصغير والحجم الكبير

عبر المسار B ← P للصمام 8 ومروراً بالصمام اللارجعى 6 لشحن المركم 3 بينما يمر خرج المضخة P_1 عبر الصمام اللارجعى 7 ومروراً بالمسار A ← P للصمام 2 ، فيزداد الضغط خلف الاسطوانة للحد المعاير عليه صمام تصريف الضغط الخاص بالمضخة P_1 ، علماً بأن الصمامات الارجعية 5 ,4 ستكون مغلقة أمام تدفق المضخة P_2 نتيجة للضغط الكبير الموجود خلفها ، والناتج عن المضخة P_1، وبذلك يمكن الحصول على قوة كبيرة للمكبس .

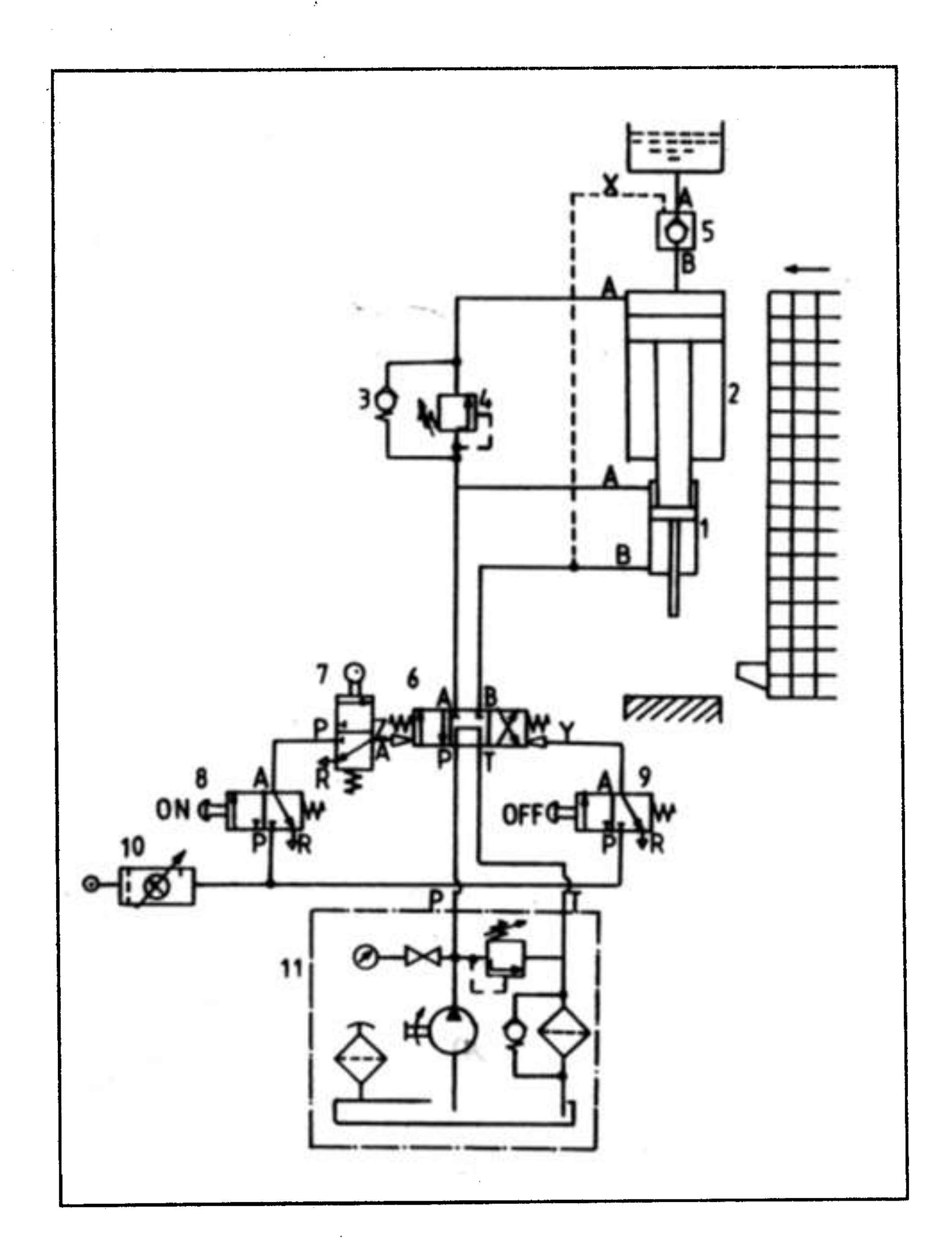
وبمجرد تحرير ضواغط التشغيل يتدفق الزيت الهيدروليكى من المضختين والمركم لإعادة الاسطوانة من جديد للخلف ، وعند الوصول لنهاية شوط العودة يزداد الضغط أمام الأسطوانة فيعمل الصمام التتابعى 9 فيتغير وضع تشغيل الصمام 8 فتقوم المضخة P_1 بزيادة الضغط عند الفتحة B للاسطوانة بينما تقوم المضخة P_2 بشحن المركم استعداداً لدورة تشغيل جديدة وهكذا .

٢/١/٤ ـ المكبس ذو الاسطوانتين المتتاليتين :

الشكل(٤ ـ ٤) يعرض الدائرة الهيدروليكية لهذا المكبس .

محتويات الدائرة :

اسطوانات هيدروليكية مرتبطة ميكانيكياً .	1, 2
صمام لارجعى .	3
صمام تتابعى مباشر .	4
صمام لارجعى بوصلة تحكم .	5
صمام 4/3 هيدروليكى يعمل بإشارتى ضغط هواء مضغوط .	6
صمام هوائى 3/2 ببكرة وياى إرجاع (نهاية مشوار الشبكة المعدنية) .	7
صمام هوائى 3/2 يعمل بضاغط تشغيل وياى إرجاع .	8, 9
وحدة الخدمة الهوائية لتجفيف وترشيح وتنظيم ضغط الهواء المضغوط.	10
وحدة القدرة الهيدروليكية .	11



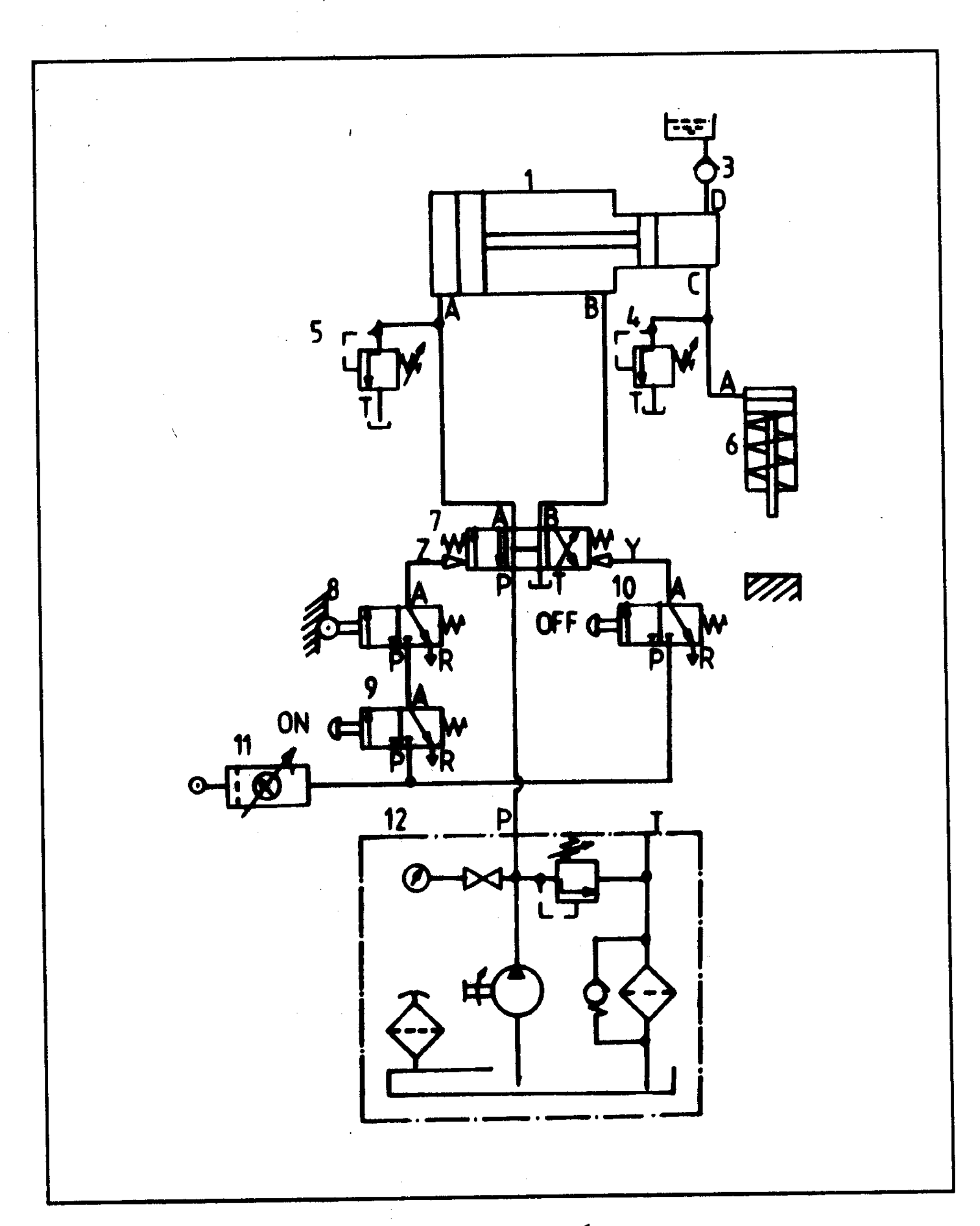
الشكل (٤ – ٤)

نظرية عمل الدائرة الهيدروليكية :

عند تحريك الشبكة المعدنية يدوياً لغلق غرفة المكبس تضغط الكامة المثبتة على الشبكة المعدنية على بكرة الصمام الهوائى 7 فيتغير وضع التشغيل له للوضع الأيسر. وعند الضغط على ضاغط تشغيل الصمام 8 يمر الهواء المضغوط القادم من وحدة الخدمة 10 عبر المسار A ← P لكلا الصمامين 7, 8 فتصل إشارة ضغط هوائية لوصلة التحكم z للصمام 6 فيتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر ،فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة 11 عبر المسار A ← P لهذا الصمام وصولاً للاسطوانة 1 ، بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة 1للخزان عبر المسارT ← B ، فتتقدم الاسطوانة 1 للأمام لتسحب معها الاسطوانة 2 فيحدث تفريغ فى الغرفة الموجودة خلف مكبس الاسطوانة 2، فينتقل الزيت الهيدروليكى من الخزان عبر الصمام 5 ليملئ هذه الغرفة ، وعند وصول الاسطوانة 1 لنهاية شوط الذهاب يزداد ضغط وحدة القدرة للحد الذى يفتح الصمام التتابعى ، 4 فى الزيت الهيدروليكى إلى الاسطوانة 2، ليزداد الضغط خلف الاسطوانة للحد المعاير عليه صمام تصريف وحدة القدرة الهيدروليكية . وبعد الانتهاء من عملية الكبس يقوم المشغل بالضغط على ضاغط الإيقاف للصمام 9 ، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة 10 عبر المسار A ← P للصمام 9 وصولاً لوصلة التحكم Y للصمام 6 ، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 11 عبر المسارB ← P للصمام 6 وصولاً للاسطوانة 1 ، بينما يعودالزيت الراجع من الاسطوانة 1 للخزان خلال المسارT ← A، فتتراجع الاسطوانة 1 للخلف ؛ لتدفع معها الاسطوانة 2، وفى نفس الوقت يفتح الصمام5 نتيجة لوصول ضغط لوصلة التحكم X له والقادمة من الفتحة B للصمام الاتجاهى 6 ، فيندفع الزيت الموجود خلف مكبس الاسطوانة 2 للخزان مرة أخرى .

٤/١/٣ ـ المكبس المزود باسطوانة تكبير الضغط :

الشكل (٤ – ٥) يعرض الدائرة الهيدروليكية لمكبس هيدروليكى مزود باسطوانة لتكبير الضغط .



الشكل (٤ – ٥)

وفيما يلى محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 اسطوانة هيدروليكية لتكبيرالضغط .

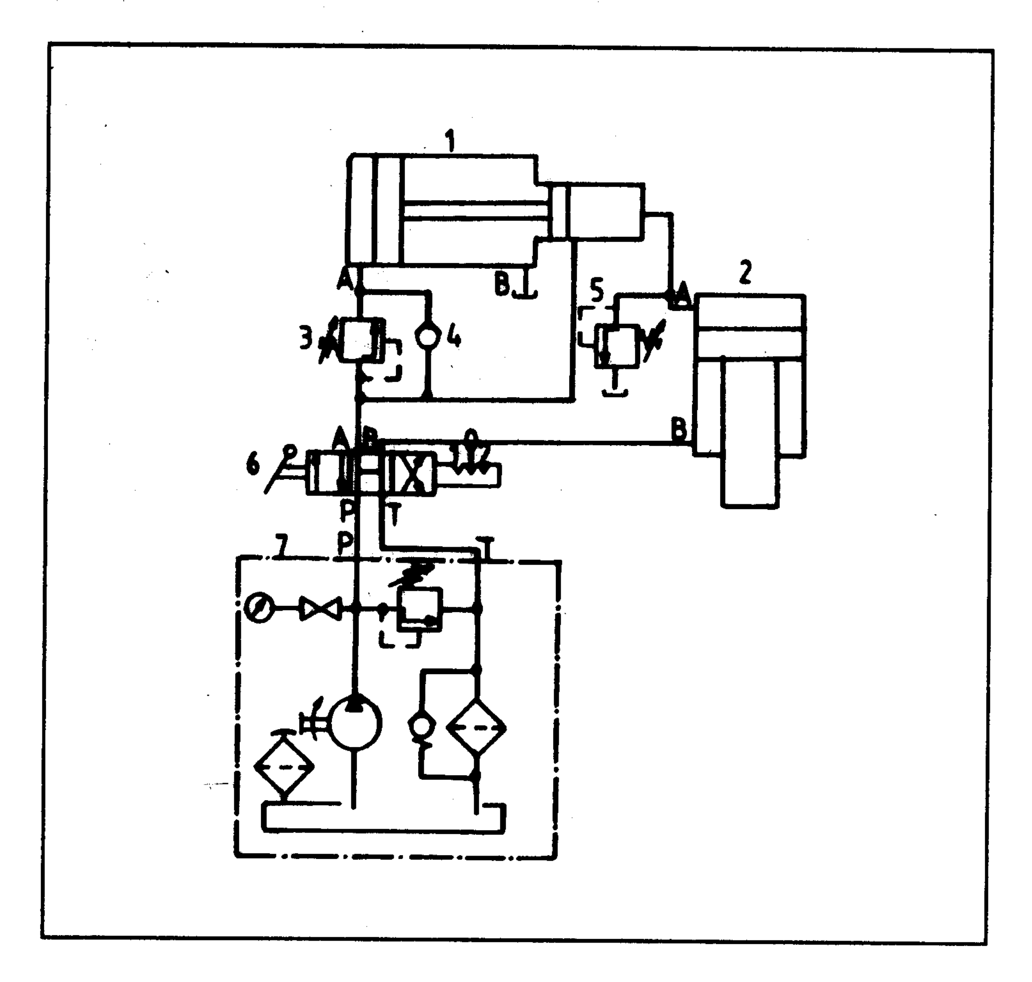
2 خزان زيت هيدروليكى .

صمام لارجعى .	3
صمام تصريف ضغط مباشر قابل للمعايرة .	4, 5
اسطوانة وحيدة الفعل .	6
صمام 4/3 هيدروليكى يعمل بإشارتى ضغط هوائيتين .	7
صمام 3/2 هوائى يعمل كصمام نهاية مشوار ببكرة لشبكة الأمان .	8
صمام 3/2 هوائى يعمل بضاغط يدوى وياى إرجاع .	9, 10
وحدة الخدمة الهوائية .	11
وحدة القدرة الهيدروليكية .	12

نظرية تشغيل الدائرة :

عند تحريك شبكة الأمان الخاصة بالكبس لتغلق غرفة الكبس تضغط الكامة المثبتة فى غرفة الأمان على بكرة الصمام 8 ، فيتغير وضع تشغيله للوضع الأيسر ، وعند الضغط على ضاغط الصمام 9 ، يمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة 11 ، ثم عبر المسار A ← P لكلا الصمامين 8,9 وصولاً لمدخل التحكم z للصمام 7، فيتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 12 عبر المسار A ← P لهذا الصمام وصولاً لاسطوانة التكبير 1، بينما يعود الزيت الراجع من اسطوانة التكبير للخزان عبر ا لمسارT ← B فتتقدم اسطوانة التكبير، ليندفع الزيت المضغوط من غرفة تكبير الضغط إلى الاسطوانة 6 فتتقدم الاسطوانة 6 بضغط عالٍ جداً ، ويحدد أقصى ضغط خلف الاسطوانة 6 صمام تصريف الضغط المباشر 4 وعند إزالة الضغط عن ضاغط تشغيل الصمام 9 والضغط على ضاغط الإيقاف للصمام 10 تصل إشارة ضغط لمدخل التحكم y للصمام 7 وذلك من وحدة الخدمة الهوائية11 ،ثم عبر المسار A ← P للصمام 10 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 للوضع الأيمن فتتراجع اسطوانة تكبير الضغط للخلف، أما الاسطوانة 6 فتعود بفعل الياى ، علماً بأنه يمكن تعويض النقص فى الزيت فى غرفة تكبير الضغط للاسطوانة 1 بواسطة الخزان 2 والصمام اللارجعى 3.

والشكل(٤ ـ ٦) يعرض دائرة هيدروليكية أخرى لمكبس مزود باسطوانة لتكبير الضغط .



الشكل (٤ ـ ٦)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة تكبير الضغط .	1
اسطوانة المكبس .	2
صمام تتابعى مباشر .	3
صمام لارجعى .	4
صمام تصريف مباشر .	5
صمام اتجاهى 4/3 هيدروليكى بذراع تشغيل .	6
وحدة قدرة هيدروليكية .	7

نظرية تشغيل الدائرة :

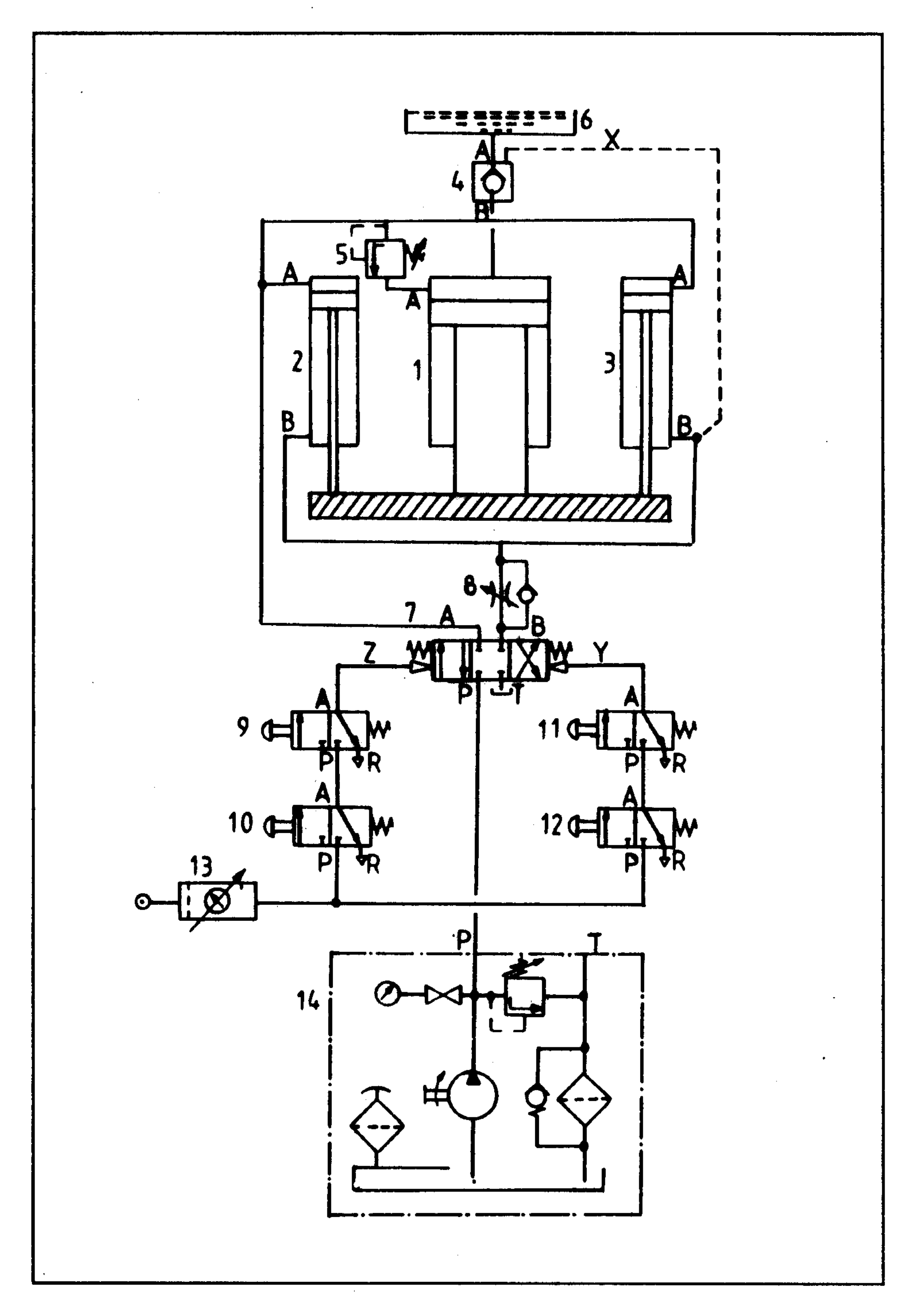
عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يتدفق الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرةالهيدروليكية مروراً بالمسار A ← P للصمام نفسه ، ووصولاً لغرفة تكبير الضغط للاسطوانة 1 ، ثم تباعاً للمدخل A للاسطوانة 2 فتتقدم الاسطوانة 2 بسرعة وصولاً لنهاية شوط الذهاب ، حينئذ يزداد ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية للحد الذى يفتح عنده الصمام التتابعى 3 فيمر الزيت الهيدروليكى لمدخل غرفة الضغط المنخفض A لاسطوانة تكبير الضغط 1 لتتقدم الاسطوانة فيتدفق الزيت الهيدروليكى المكبر من الفتحة D لاسطوانة تكبير الضغط 1 إلى الاسطوانة 2 وصولاً للضغط المعاير عليه صمام التصريف 5 ، وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع 2 يتغير وضع الصمام للوضع الأيمن فتعود الاسطوانة 2 للخلف وتباعاً يتدفق الزيت الهيدروليكى منها إلى غرفة الضغط العالى لاسطوانة التكبير 1 ، فتتراجع اسطوانة التكبير هى الأخرى للخلف .

٤/١/٤ - المكبس ذو الاسطوانة العاملة بالملء المسبق :

الشكل (٤ ـ ٧) يعرض الدائرة الهيدروليكية لهذا المكبس .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة رئيسية .	1
اسطوانات ثانوية .	2, 3
صمام لارجعى بوصلة تحكم .	4
صمام تتابعى مباشر .	5
خزان زيت .	6
صمام 4/3 هيدروليكى يعمل بإشارتين هوائيتين .	7
صمام لارجعى خانق قابل المعايرة .	8
صمام 3/2 هوائى بضاغط وياى .	9, 10, 11, 12
وحدة خدمة هوائية .	13
وحدة القدرة الهيدروليكية .	14



الشكل (٤ ـ ٧)

نظرية تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

عند الضغط على ضاغطى صمامى التشغيل 9,10 معاً فى آن واحد ، ، يمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة 13عبر المسار A ← P لكلا الصمامين 9,10 وصولاً لفتحة التحكم z للصمام 7 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر ، فتتقدم الاسطوانتان 2,3 معاً ليدفعاً معهما الاسطوانة الرئيسية 1 المرتبطة معهما ميكانيكيا ، فيحدث تفريغ في الغرفة الموجودة خلف الاسطوانة 1 فيمر الزيت من الخزان ، عبر الصمام اللارجعى 4 ليملئ هذه الغرفة وعند وصول الاسطوانة 2,3 لنهاية شوط الذهاب يزداد ضغط وحدة القدرة 4 فيفتح الصمام التتابعى 5 ليصل الزيت المضغوط للاسطوانة 1 ويزداد الضغط خلف الاسطوانة 1 وصولاً للضغط المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية علماً بأنه إذا تحرر أحد ضاغطى التشغيل أثناء عمل المكبس يتوقف المكبس فى آخر وضع عليه ، وعند الضغط على ضاغطى صمامى الإيقاف 11,12 تمر إشارة هوائية من وحدة الخدمة 13 عبر المسار A ← P لكلا الصمامين 11,12 وصولاً لوصلة التحكم y للصمام 7 ، فتتراجع الاسطوانتان 2,3 معاً ، وتباعاً تتراجع الاسطوانة 1 معهما بسرعة يمكن التحكم فيها بواسطة الصمام الخانق اللارجعي القابل للمعايرة 8 وعند الرجوع يفتح الصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 4 نتيجة لوصول ضغط للوصلة x من الفتحة B للاسطوانة 3 ليعود كل الزيت من الغرفة الموجودة خلف مكبس الاسطوانة 1 للخزان 6 .

٤/٢- هيدروليكا المعدات المتنقلة :

للهيدروليكا عدة مميزات عن باقى أنظمة نقل الحركة المستخدمة مما جعلها تحظى بإهتمام كبير من المختصين فى مجال صناعة المعدات المتنقلة وأهم هذه المميزات ما يلى :

١ – ارتفاع النسبة بين (القوة / الوزن) للأنظمة الهيدروليكية مقارنة بالنظم الأخري .

٢ – مرونة منقطعة النظير فى التطبيقات المختلفة حيث يمكن تثبيت عناصر الفعل فى أى مكان على المعدة ، وذلك لسهولة وصول السائل الهيدروليكى من

وحدة القدرة لعناصر الفعال عن طريق خطوط التوصيل .

٣ - سهولة استخدام الاسطوانات الهيدروليكية أو المحركات الهيدروليكية لإجراء عمليات الرفع Lifting ، الإمالة Tilting ، الجرف Shaving ، الحفر Digging القلب Tipping ... إلخ على الآلات ذات الشاسيهات .

٤ - يمكن إدارة المضخة الهيدروليكية مباشرة بآلة الاحتراق الداخلى للمعدة .

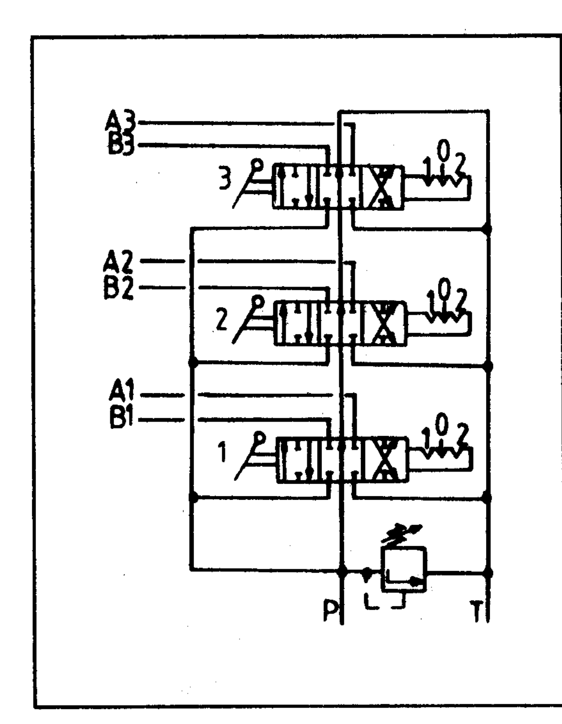
وهناك عدة تصميمات لدوائر الصمامات المستخدمة فى المعدات المتنقلة لكل منها مميزات خاصة تناسب بعض المعدات دون الأخرى ، وفيما يلى أهم هذه التصميمات :

٤/٢/١ - دوائر الصمامات للمعدات المتنقلة :

توجد ثلاثة أنواع مختلفة من الدوائر هى كما يلى :

١ - دوائر التوازى .

حيث تحتوى جميع صمامات هذه الدوائر على مسار مشترك يسمح بمرور السائل الهيدروليكى المضغوط فى أى عدد من الصمامات وتسمح دوائر التوازى بالتحكم فى كافة المستخدمين (اسطوانات - محركات) فى آن واحد ويقسم معدل التدفق على المستخدمين حسب المقاومة عند كل منهم بطريقة عكسية فكلما زادت المقاومة الهيدروليكية (الحمل) مثل التدفق والعكس بالعكس



الشكل (٤ ـ ٨)

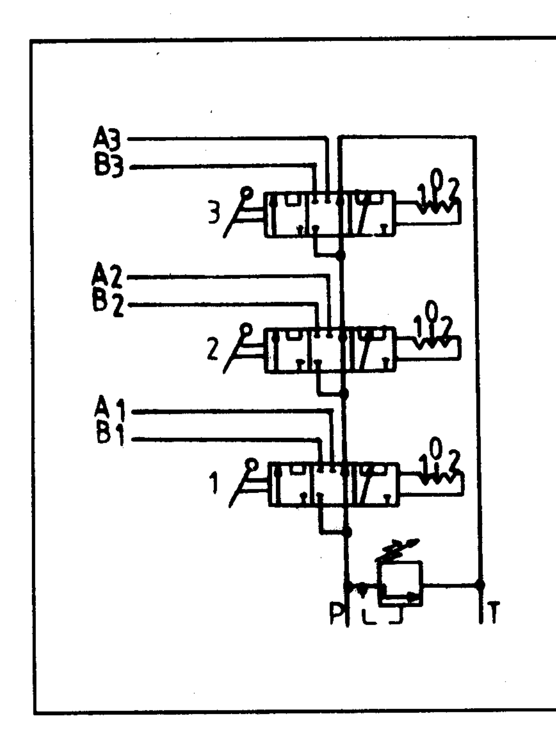
(ارجع للفقرة ٣-٢-٤)

والشكل (٤-٨) يعرض دائرة توازى مكونة من ثلاثة صمامات 6/3 .

٢ - دائرة التوالى :

وفيها يمر الزيت الراجع من المستهلك 1 إلى الصمام 2 والراجع من المستهلك 2 إلى الصمام 3 وهكذا ويمكن تشغيل جميع المستخدمين فى آن واحد ولكن يجب أن يكون ضغط المضخة يساوى ضغوط تشغيل المستخدمين كلهم وفى نفس الوقت فإن سرعة المستخدم المتصل بالصمام 3 تعتمد على سرعة المستخدم المتصل بالصمام 2 وكذلك تعتمد سرعة المستخدم المتصل بالصمام 2 على المستخدم المتصل بالصمام 1 وهكذا (ارجع للفقرة ٣/٢/٣)

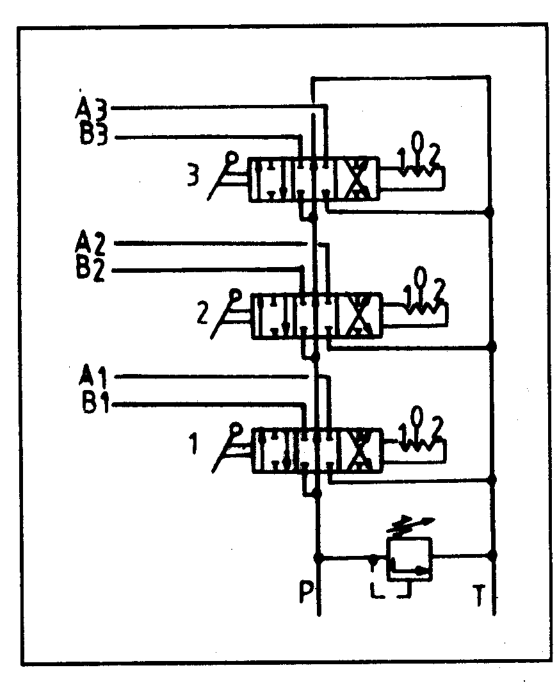
والشكل (٤-٩) يعرض دائرة توالى مكونة من ثلاث صمامات 5/3 .



الشكل (٤ ـ ٩)

٣ - دائرة التوالى المفتوح :

الشكل (٤-١٠) يعرض دائرة توالى مفتوح مكونة من ثلاثة صمامات 6/3 علماً بأن من خواص دائرة التوالى المفتوح هو عدم إمكانية تشغيل أكثر من مستهلك واحد فى نفس الوقت .



الشكل (٤ ـ ١٠)

وهناك أنواع مختلفة من المعدات التى تستخدم دوائر الصمامات السالفة الذكر مثل :

١ - الجرارات الزراعية .

٢ - السيارات الرافعة ذات التحميل الامامى والجانبى .

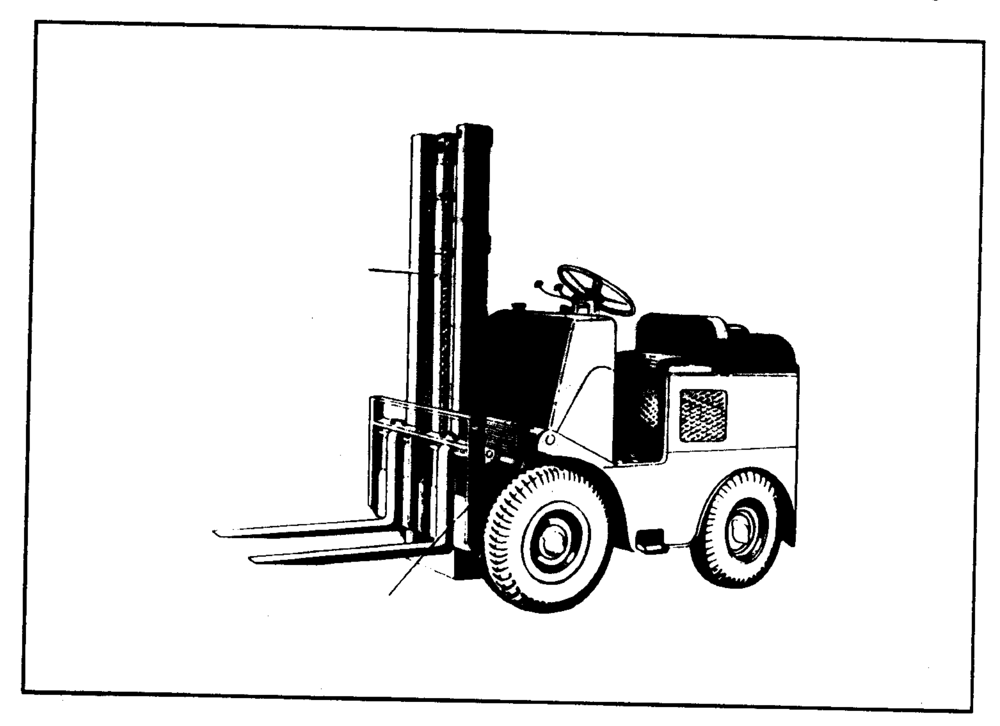
٣ - معدات تشكيل الأراضى مثل الحفارات والبلدوزرات ..... إلخ .

٤ - الأوناش المتنقلة .

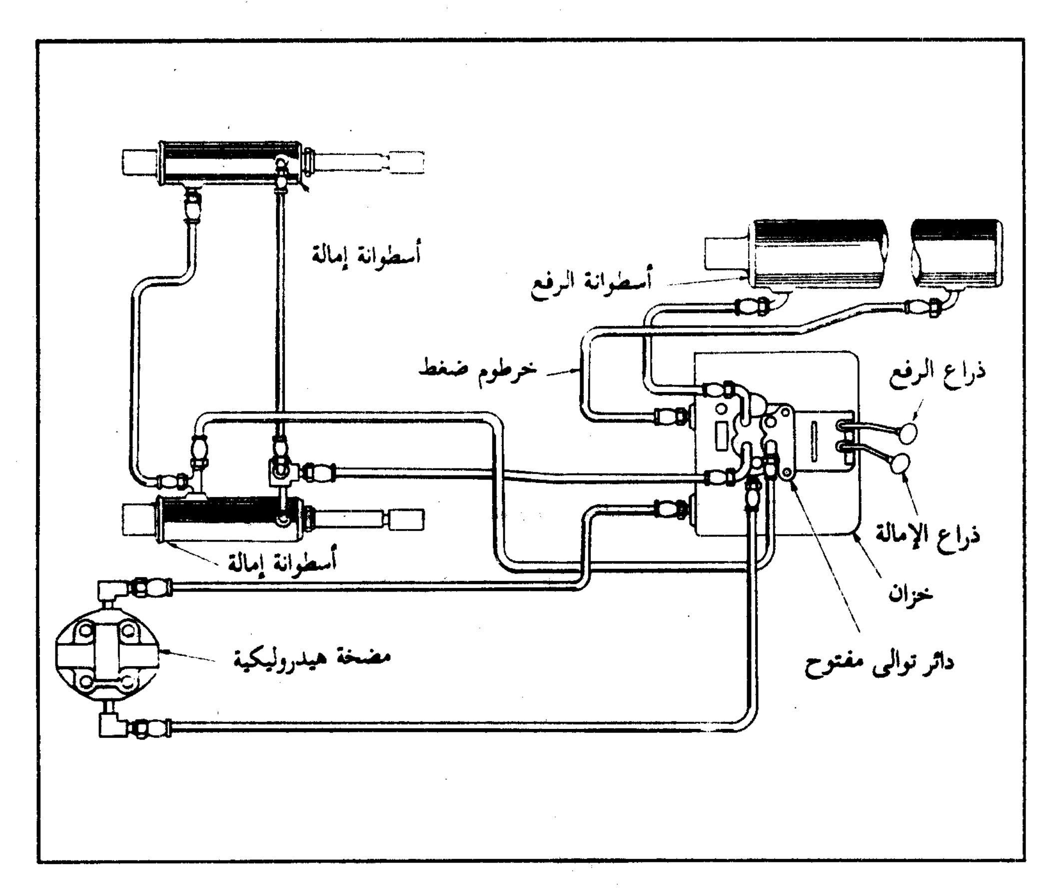
٥ - معدات البناء الحديثة .

٤/٢/٤- دائرة الرافعة ذات الشوكة Forklift Circuit

الشكل (٤ - ١١) يعرض مخططاً توضيحياً لرافعة ذات شوكة ويتضح من هذا الشكل أن الرافعة ذات الشوكة تحتوى على ثلاثة اسطوانات ، اسطوانة للرفع - اسطوانتان للإمالة وهى كالآتى :



الشكل (٤ ـ ١١)



الشكل (٤ ـ ١٢)

أما الشكل (٤ – ١٢) فيعرض المخطط الوصفى Lay out للدائرة الهيدروليكية علماً بأن المخططات الوصفية أحياناً تستخدم عند التعامل مع الدوائر الهيدروليكية

الشكل (٤–١٣) الدائرة الهيدروليكية للرافعة ذات الشوكة .

محتويات الدائرة الهيدروليكية:

اسطوانة الإمالة	1, 2
اسطوانة الرفع .	3
دائرة صمامات توالٍ مفتوح مزودة بصمامات لارجعية وصمام تصريف ضغط	4
وحدة القدرة الهيدروليكية .	5

نظرية تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

كما سبق وأن عرفنا أن من خواص دائرة التوالى المفتوح هو عدم إمكانية تشغيل أكثر من مستهلك واحد فى نفس الوقت أى أنه لا يمكن تشغيل اسطوانة الرفع واسطوانات الإمالة فى آن واحد بل كل على حدة.

الشكل (٤ ـ ١٣)



الباب الخامس

التركيب والتجهيز والصيانة والإصلاح

التركيب والتجهيز والصيانة والإصلاح

٥/١- تركيب الأنظمة الهيدروليكية وتجهيزها للخدمة :

إن التجميع والتركيب والتجهيز المناسب ، لمن أهم العوامل اللازمة للتشغيل الجيد للأنظمة الهيدروليكية وفى الفقرات التالية سنتناول أهم الملاحظات التى تؤخذ فى الاعتبار عند تركيب العناصر المختلفة .

٥/١/١ - تركيب الدوائر الهيدروليكية :

تعد المخططات الهيدروليكية (الدوائر الهيدروليكية) للأنظمة الهدروليكية فى غاية الأهمية للقائمين بأعمال الصيانة كما يجب على القائمين بعملية تركيب الأنظمة الهيدروليكية بتوفير المخططات الهيدروليكية المطابقة للنظام ووضعها فى مكان ظاهر فى الماكينة الهيدروليكية تماماً مثلما يحدث عند الانتهاء من التركيبات الكهربية ويجب أن يكون المخطط الهيدروليكى مطابقاً للواقع ويحتوى على نفس رموز الوصلات الموجودة بالفعل من العناصر المستخدمة وذلك لسهولة متابعة النظام الهيدروليكى من واقع الدائرة الهيدروليكية وهناك عدة ضوابط عند التركيب وهى كما يلى :

١ - يجب وضع أجهزة قياس ضغط ليس فقط عند مخرج المضخة ولكن عند كل النقاط التى تحتاج لاختبار الضغط عندها ، ويزود كل جهاز قياس ضغط بمحبس يدوى لتشغيل الجهاز وقت الحاجة فقط لزيادة عمر الجهاز .

٢ - يجب عمل ترشيح للسائل الهيدروليكى المستخدم بحد أدنى 25μ .

٣ - يجب تجميع العناصر الهيدروليكية فى مكان خال من الأتربة وكذلك يجب أن تكون المضخةوالعناصر الهيدروليكية الجديدة مزودة بسدادات عند فتحاتها ووصلاتها المختلفة ولا تفك هذه السدادات إلا عند التركيب فقط .

٤ - يجب اختبار المرشحات المستخدمة فى الدائرة الهيدروليكية بصفة دورية وتنظيف عناصر الترشيح لها باستخدام جهاز التنظيف بالموجات فوق الصوتية وتغيير

عناصر الترشيح إذا لزم الأمر .

٢/١/٥ - تركيب الخطوط وأدوات التوصيل :

تستخدم المواسير الصلب المسحوب على البارد والخاضعة للمواصفات العالمية فى التركيبات الهيدروليكية أما أدوات التوصيل فيجب اختيارها بما يناسب نوع الخطوط ، وضغط التشغيل ، وقطر المواسير .

ويجب أن يراعى عند اختيار قطر المواسير المستخدمة الشروط التالية :

١ - سرعة تدفق السائل فى خطوط المداخل لا تتعدى الحدود 1:1. 5 m/s

٢ - سرعة تدفق السائل فى خطوط الراجع لا تتعدى الحدود 1. 5:4 m/s

٣ - سرعة تدفق السائل فى خطوط الضغط لا تتعدى الحدود 4 : 8 m/s

٤ - تستخدم أقل قيم للسرعات فى تركيبات الضغوط المنخفضة .

٥ - يجب أن تكون خطوط المداخل قصيرة قدر الإمكان ويجب تجنب الثنى المفاجئ .

٦ - يجب تثبيت المواسير بركائز تثبيت وتكون المسافة بين كل ركيزة وأخري 1. 5 m فى خطوط الضغط العالى 3m فى خطوط الضغط المنخفض .

٧ - استخدام لواكير عند الأماكن التى يحتمل الفك عندها .

٨ - عند استخدام خراطيم مرنة يجب المحافظة على قطر الانحناء بما لا يقل عن 5 مرات من قطر الخراطيم .

٩ - يجب منع لى الخراطيم نتيجة لقصرها عن التركيب .

١٠ - يجب أن تكون الخراطيم المستخدمة معدة لتحمل ضغط يساوى ضعف ضغط التشغيل المعتاد لتحمل فقرات الضغط التى تحدث بالنظام والتى لا يمكن تجنبها ويمكن معرفة بيانات كافية عن الخطوط وأدوات التوصيل من الفقرة ٩/١ .

٣/١/٥ - تركيب الخزانات الهيدروليكية :

عادة تختار الخزانات بأحجام تساوى من 2:4 مرة من معدل تدفق المضخة فى الدقيقة على سبيل المثال : إذا كان معدل تدفق المضخة 25L/MIN فينصح بأن تكون سعة الخزان تتراوح ما بين (50 - 100L).

أما إذا كان المطلوب هو تقليل حجم الخزان نتيجة لاعتبارات معينة فى هذه الحالة يجب أن يزود الخزان بوسائل تبريد مناسبة مثل التبريد بالهواء المضغوط ويجب استخدام مرشحات للمحافظة على الزيت الهيدروليكى نظيف وبحالة جيدة ويعتمد خواص وعدد المرشحات المستخدمة على نوع النظام الهيدروليكى ففى الأنظمة الصغيرة يجب ألا يزيد معدل الترشيح عن 60 μ وفى الأنظمة الصناعية فإن معدل الترشيح المطلوب يساوى على الأقل 25 μ ، أما فى الدوائر التى تحتوى على صمامات مؤازرة فإن الترشيح المطلوب يساوى على الأقل 5μ وتوضع المرشحات إما عند مدخل المضخة أو خط الراجع أو عند خط الضغط للمضخة وينصح أن تجرى عمليات صيانة للمرشحات بطريقة دورية كل أسبوع مع تزويد المرشحات بعينات إنسداد .أما بالنسبة للزيت الهيدروليكى المستخدم فيجب أن يكون بجودة عالية وله رتبة لزوجة عالية .

وتعرف رتبة اللزوجة Viscosity Index بأنها عدد عملى يشير لمعدل تغير لزوجة الزيت فى مدى حرارى معين فعندما تكون رتبة اللزوجة منخفضة دل على ان اللزوجة تتغير تغيراً كبيراً عند تغير درجة الحرارة والعكس بالعكس وتحسب رتبة اللزوجة من المعادلة التالية :

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 1000$$

حيث إن :

L : اللزوجة عند درجة حرارة $^{\circ}C$ 38 لزيت هيدروليكى له رتبة لزوجة O .

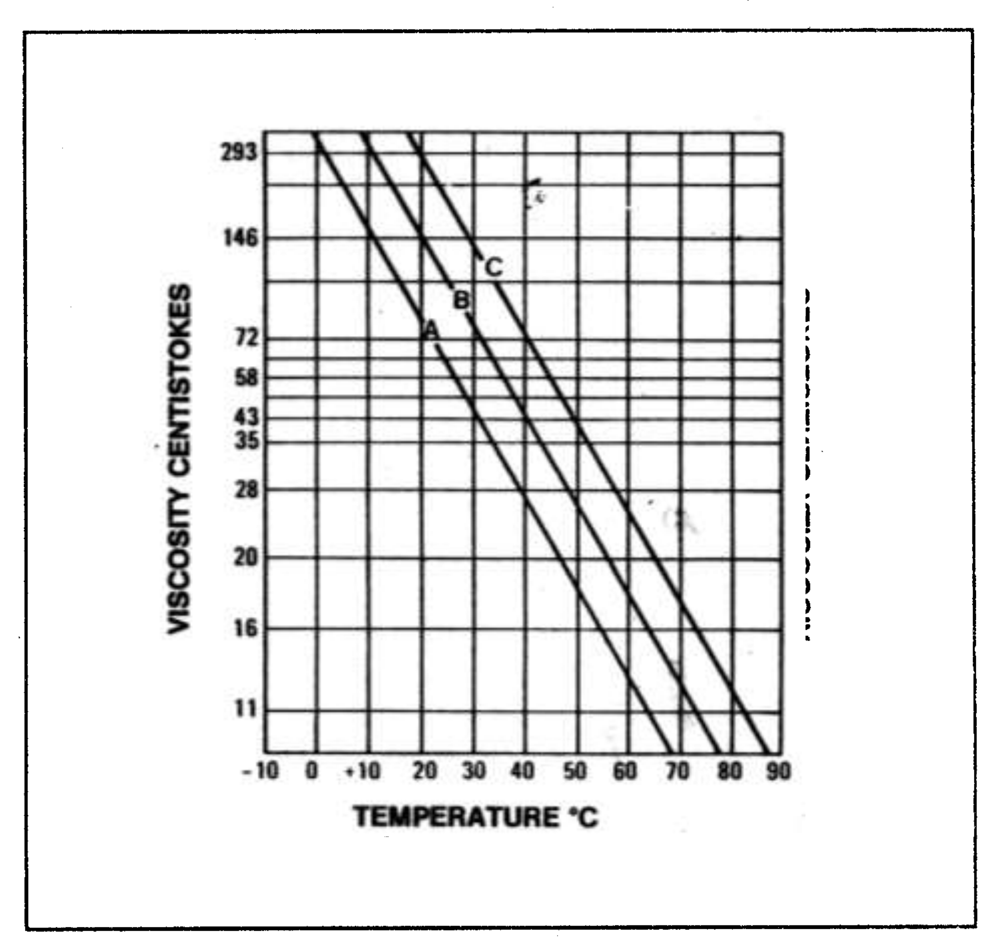
U : اللزوجة عند درجة حرارة $^{\circ}C$ 38 للزيت المطلوب تعيين رتبة اللزوجة له .

H : اللزوجة عند درجة $^{\circ}C$ 38 للزيت له رتبة لزوجة 100.

وتختار لزوجة الزيت بحيث تكون مناسبة للمضخات والمحركات المستخدمة وعادة فإن معظم مصنعى المضخات والمحركات يجدون أن أفضل ظروف تشغيل عند لزوجة حوالى 28 CST (علماً بأن سنتى ستوك Cst = mm²/s .

عند درجة حرارة التشغيل حيث إن حرارة التشغيل المتوسطة للأنظمة الهيدروليكية تساوى 50 درجة مئوية .

والشكل (٥ - ١) يعرض العلاقة بين اللزوجة ودرجة الحرارة لأهم الزيوت المعدنية المستخدمة فى الأنظمة الهيدروليكية والمعطاة بالمنحنيات A,B,C



الشكل ٥ ـ ١

وفى الجدول (٥ - ١) بيان بالشركات المصنعة وأنواع الزيوت المقابلة للمجموعات A,B,C.

الجدول ٥ ـ ١

الشركات المصنعة	أنواع الزيوت الخاضعة لمواصفات المجموعات الثلاثة A.B,C		
	المجموعة A	المجموعة B	المجموعة C
AGIP	AGIP	AGIP	AGIP
IP	IP	IP	IP
BP	BP	BP	BP
CASTROL	CASTROL	CASTROL	CASTROL
ESSO	ESSO	ESSO	ESSO
MOBIL	MOBIL	MOBIL	MOBIL
SHELL	SHELL	SHELL	SHELL
CHEVRON	CHEVRON	CHEVRON	CHEVRON

حيث إن لزوجة المجموعة A عند درجة حرارة C° 50 تترواح ما بين . (16:20CST)

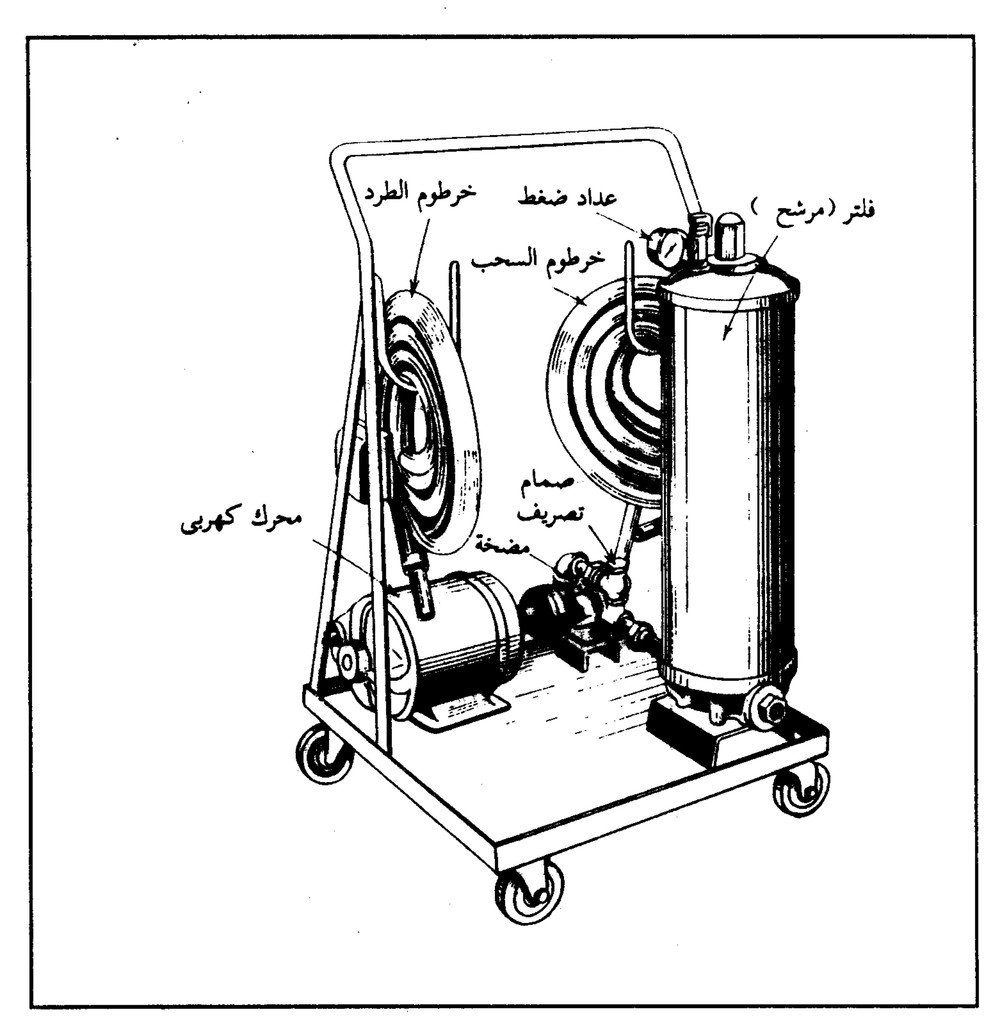
ولزوجة المجموعة B عند درجة حرارة C° 50 تتراوح ما بين (CST 28 : 24).

ولزوجة المجموعة C عند درجة حرارة C° 50 تترواح ما بين (CST 39 : 31)

ويجب ترشيح الزيت الهيدروليكى قبل وضعه فى الخزان باستخدام وحدات الملء وشكل (٥ - ٢) يعرض صورة لأحد وحدات الملء المتنقلة .

علماً بأنه يجب تغيير الزيت كل 3000 : 2000 ساعة تشغيل وينصح بأخذ عينات من الزيت لاختبار الخواص الكيمائية والطبيعية للزيت بصفة دورية كما يراعى عدم خلط نوعين أو أكثر من الزيوت معاً لمنع حدوث مشاكل فى الأداء .

وفى الأنظمة الهيدروليكية الجديدة فإنه لا يمكن تقليل الشوائب الموجودة بالنظام بدون عمل دورة تشطيف Flushing وذلك باتباع الآتى :



الشكل ٥ ـ ٢

– عمل قصر على الاسطوانات والمحركات ولوحات الصمامات الهيدروليكية .

– فتح صمامات الخنق تماماً والموجودة فى الخط .

– فصل المراكم من الدائرة مع استخدام مرشحين فى خط الراجع لهما معدل ترشيح μ 125 والآخر μ 10 : 25 للحصول على ترشيح جيد عن المستخدم فى التشغيل المعتاد ، ويمكن تشطيف النظام مستخدماً نفس وحدة القدرة الهدروليكية .

ويجب اختيار زيت تشطيف له جودة عالية ومطابق للمواصفات المنصوص

عليها فى مواصفات الشركة المصنعة وذلك لأنه بعد الانتهاء من عملية التشطيف فإنه لا يمكن التخلص من كل زيت التشطيف من الدائرة الهيدروليكية .

ويجب ألا تزيد سرعة التشطيف عن 5:6m/s ويجب ان تكون درجة حرارة زيت التشطيف 40 °C ، وألا يقل زمن تشطيف الدائرة عن 50 : 40 ساعة وبمتابعة انسداد عناصر الترشيح للمرشحات يمكن تحديد وقت انتهاء عملية التشطيف .

٥/١/٤ - تجهيز الوحدة للخدمة :

عند إدارة المضخة الهيدروليكية يجب اتباع هذه التعليمات لتأمين حدوث تزيت جيد للأجزاء الداخلية للمضخة :

١ - التأكد من أن المحابس اليدوية عند مداخل ومخارج المضخة مفتوحة .

٢ - التأكد من أن المضخة يمكن إدارتها باليد بدون أى مقاومة تذكر .

٣ - ملء غلاف المضخة بالزيت من خط الطرد

٤ - ضبط صمام تصريف الضغط عند أقل ضغط ممكن حتى تعمل المضخة فى البداية بدون حمل .

٥ - اختبر اتجاه دوران المضخة وتأكد أنه فى اتجاه عقارب الساعة ، وتغييره إذا كان غير صحيح ثم اختبر صوت دوران المضخة بالضغط لحظياً على ضاغط تشغيل المحرك الكهربى مع مراقبة ضغط الخرج ، والتأكد من أن صوت المضخة أصبح هادئاً بعد الدوران المبدئي .

٦ - التأكد من أن تدفق السائل بدون أى هواء وذلك بمراقبة تدفق السائل الراجع الذى يجب ان يكون خالياً من الفقاعات (وذلك بواسطة مبين مستوي الزيت) .

٧ - اختبار مستوى الزيت فى الخزان بعد الدوران المبدئى واستكمال النقص إن لزم الامر ثم شغل المضخة واضبط جميع صمامات تصريف الضغط عند الضغط المطلوب .

٨ - إذا كانت درجة حرارة الزيت منخفضة بالحد الذى يجعل صوت المضخة مرتفعاً يجب تسخين الزيت فى البداية للدرجة المطلوبة تبعاً لمواصفات الزيت

باستخدام سخان كهربى .

٩ - بعد عدة ساعات من بداية التشغيل نظف المرشح واختبر مستوى الزيت مرة أخرى فى الخزان ، واختبر حالة موانع التسريب لادوات التوصيل .

٢/٥- صيانة الأنظمة الهيدروليكية :

أى نظام هيدروليكى جيد يظل فترة طويلة بدون أى مشاكل تذكر ولا يحتاج لأى عناية خاصة والعنصر الأساسى للأداء الجيد لأى نظام هيدروليكى هو المتابعة المستمرة باختبار حالة وحدة القدرة الهيدروليكية والتأكد من خلو الزيت من الشوائب ، وفى الحقيقة فإن السبب الرئيسى لأى مشكلة فى النظام الهيدروليكى هو انسداد العناصر الهيدروليكية نتيجة لزيادة الشوائب فى الزيت بفعل ارتفاع درجة حرارة الزيت أو عامل التقادم حيث يؤدى ذلك لاختلال الخواص الطبيعية والكميائية للزيت لذلك كان من الضروى عمل صيانة دورية مع كتابة تقارير بحالة الماكنية وكذلك أنواع المشاكل وزمن حدوثها وهذا مفيد عند تصميم وحدة جديدة مشابهة . والأعمال الآتية يجب عملها بطريقة دورية .

١ - النظافة الخارجية :

يجب فحص الدائرة الهيدروليكية بالنظر والبحث عن أماكن تراكم القاذورات أو الأماكن التى يوجد بها بقعات زيتية وبالتالى يمكن اكتشاف أماكن التسريب فى الدائرة الهيدروليكية .

٢ - اختبار مرشحات الهواء :

ويتم ذلك شهرياً حيث يستبدل قلب مرشح الهواء إذا لزم الأمر ويمكن تغيير زمن اختبار مرشحات الهواء تبعاً للخبرة والظروف المحيطة .

٣ - صيانة مرشحات الزيت :

ويتم ذلك اسبوعياً على الأقل ويتم تنظيف عنصر الترشيح للمرشح باستخدام جهاز التنظيف بالموجات فوق الصوتية بينما يتم استبدال عنصر الترشيح كل مرة يتم فيها تغيير الزيت أو عندما يكون عنصر الترشيح تالفاً ويجب التأكد من سلامة

مبين الانسداد وغطاء جسم المرشح مع القيام بتغيير الجزء التالف

٤ - فحص مستوى الزيت واستبداله فى الوقت المناسب :

يجب أن يكون مستوى الزيت بين المستوى الأدنى والأعلى وفى بعض الأنظمة الكبيرة تستخدم مفاتيح عوامات كهربية لمراقبة مستوي الزيت وإعطاء إشارة خطأ فى غرفة التحكم عند انخفاض مستوى الزيت ، ويجب استخدام نفس نوع الزيت المستخدم عند الإضافة حيث يكتب عادة نوع الزيت المستخدم على الخزان ، كما يجب تغيير الزيت كل 3000 ساعة تشغيل أو بعد استخدامه لمدة عامين أيهما أقل ويتم التغيير كما يلى :

- ارفع غطاء مرشح التعبئة والتنفيس ثم فك شبكة الترشيح .

- اسحب الزيت الهيدروليكى القديم خارج الخزان باستخدام وحدة ملء وتفريغ مناسبة وذلك من مكان فتحة التعبئة والتنفيس .

- لتجميع المتبقى فى الخزان فك الطبة السفلية للخزان وضع إناء مناسباً لتجميع الزيت المتبقى بالخزان .

- ارفع عنصر الترشيح ومصيدة الشوائب واستبدل عنصر الترشيح ونظف مصيدة الشوائب وافحص مبين الانسداد وغطاء وجسم المرشح ومانع تسريب غطاء المرشح واستبدل التالف منهم .

- نظف الخزان من الداخل بقطعة قماش قطنية .

- اعد تثبيت الطبة السفلية وكذلك تجميع المرشح والمصيدة مع الحرص على عدم إتلاف مانع التسريب وأيضاً اعد تثبيت شبكة ترشيح فتحة التعبئة والتنفيس .

- استخدم وحدة إعادة ملء مناسبة لملء الخزان بالزيت الجديد وصولاً للعوامة التى تشير لاعلى مستوى (إن وجدت) وبعد تمام الملء اقفل فتحة المرشح بغطائه ويجب بصفة دورية فحص الخواص الكيميائية والطبيعية للزيت الهيدروليكى ، وكذلك معدل وجود الشوائب واستبدال الزيت إن لزم الأمر حتى ولو لم يكن موعد الاستبدال قد حان .

٥ - المبادلات الحرارية :

يجب عمل نظافة شاملة للمبادلات الحرارية (المبردات) كل ٦ شهور تقريباً

ويتغير هذا الزمن تبعاً لنوع الماء المستخدم والخبرة المباشرة ويجب مراقبة الماء باستمرار كما ان المتابعة اليومية لدرجة حرارة الزيت تعطي دلالة على مدي كفاءة المبادل الحرارى علماً بأن زيادة درجة حرارة الزيت $10^{\circ}c$ عن درجة الحرارة القصوى المسموح بها وهى $60^{\circ}c$ يضاعف من معدل الكربنة للزيت عن المعتاد ويمكن عمل صيانة للمبادلات الحرارية بدون إيقاف النظام وذلك بعمل مسار بديل للمبرد الحرارى بواسطة المحابس اليدوية .

٦ - المضخات والصمامات وعناصر التنظيم :

يجب التعامل مع كل عنصر من هذه العناصر منفرداً ، ولاتوجد هناك دقة فى تحديد العمر المتوسط لكل عنصر ، ولكن هناك بعض الاختبارات المبدئية لمعرفة معدل التسرب للعناصر المختلفة والتى تقرر بأن الصيانة مطلوبة وسوف نتناول هذه الاختبارات فى الفقرة (٥/٥) ، وتتم هذه الاختبارات كل ٦ شهور ، ومن أكبر المشاكل التى تتعرض لها المضخات : ظاهرة التكهف وذلك عند وجود تسريب فى خط السحب للمضخة لدخول هواء فى الدائرة الهيدروليكية ويسبب التكهف حدوث تآكل بخطوط سحب المضخة كما يسبب ارتفاع درجة حرارة الزيت مع اهتزاز الاسطوانات عند الحركة وسماع صوت ضوضاء عالٍ ويمكن التأكد من وجود هواء فى الدائرة بمراقبة الزيت فى الخزان من خلال زجاجة البيان فهى تظهر فى صورة فقاعات فى الزيت ويؤدي ذلك لأكسدة الزيت. .

٥/٣- الأعطال (أسبابها - مصدرها) :

إن جداول الأعطال المرفقة فى هذا الباب كافية لإعطاء بيان كافٍ عن أغلب المشاكل التى تتعرض لها العناصر الهيدروليكية علماً بأن الصيانة الدورية تساعد على اكتشاف الأعطال الصغيرة وإصلاحها قبل أن تتفاقم ، وتؤدى إلي كوارث كبيرة وجداول الأعطال تساعد على تدريب الفنيين الجدد على أعمال الصيانة، ومن أهم النصائح التى يجب إعطاؤها للفنيين هو التدرب على تمييز صوت التكهف والبعد عن إخراج النظام من الخدمة قدر الإمكان أثناء اكتشاف الأعطال لأن إخراج النظام عن الخدمة يؤدي لضياع الأموال .

العطل	الأسباب المحتملة	مصدرها
الضغط منخفض جداً أو أقل من القيمة المقننة	١ – مشكلة بصمام تصريف الضغط	١ – أ) صمام تصريف الضغط غير مضبوط ب) تآكل مقاعد موانع التسريب . جـ) يوجد شوائب تحت مقعد الصمام د) انكسار الياى
	٢ – المضخة بها مشكلة	٢ – انظر النقاط من ٥ : ١١ .
	٣ – يوجد تسريب داخلى كبير	٣ – أ) تآكل موانع التسريب فى الاسطوانات والمحركات والصمامات . ب) فتح صمام تصريف الضغط نتيجة لوجود شوائب بداخله . جـ) انخفاض كبيرفى لزوجة الزيت لارتفاع درجة الحرارة .
	٤ ـ انخفاض كبير فى الضغط	٤ – أ) لزوجة كبيرة جداً لانخفاض درجة الحرارة . ب) أحجام غير مناسبة للمواسير جـ) يوجد انسداد فى مسارات المواسير د) عداد ضغط تالف
نقص أو انعدام التدفق أو تذبذبه	٥ ـ خنق المدخل	٥ – أ) مرشح المدخل به انسداداً ب) خط الدخل به انسداد. جـ)خرطوم الدخول حجمه صغيرأو ملفوف
	٦ ـ رغاوى فى الزيت	٦ – أ) دخول هواء من خرطوم الدخل ب) دخول هواء فى أدوات التوصيل جـ) نظام تحضير المضخة تالف د) دخول هواء عند موانع التسريب لعمود المضخة .

العطل	الأسباب المحتملة	مصدرها
		هـ - وصلة مدخل الاسطوانة طويلة جداً .
		و - انخفاض مستوى الزيت أو الزيت غير مناسب .
		ى - وجود ثقب بالغشاء المطاطى للمركم .
	٧- احتباس الهواء فى الخزان	٧ - أ) انسداد مدخل التنفيس
	٨ - مشكلة بوسيلة الإدارة	٨ - أ) عدم استقامة محور المضخة ومحور المحرك .
		ب) تلف المحرك الكهربى
	٩ - لزوجة عالية للزيت	٩ - أ) الزيت المستخدم غير مطابق للمواصفات الموضوعة من قبل الشركة المصنعة
		ب) درجة الحرارة منخفضة .
	١٠ - مشكلة بداخل المضخة	١٠ - أ) انكسار أجزاء داخلية بالمضخة .
		ب) تفكك لأجزاء المضخة عند تجميعها .
		جـ) تآكل فى الأجزاء الداخلية .
	١١ - أحد الصمامات لا يعمل بشكل صحيح .	١١ - أ) اتكاز غير صحيح لأحد الصمامات اللارجعية .
		ب) انتقال غير كامل لصمام اتجاهى نتيجة لمشكلة داخلية أو فى وسيلة التشغيل .
		حـ) التصاق صمام تصريف الضغط نتيجة لزيت غير نظيف .
		د) انخفاض ضغط المعايرة لصمام تصريف الضغط أو تلفه .

العطل	الأسباب المحتملة	مصدرها
ضوضاء عالية عن المألوف	١٢ – تكهف	١٢ أ) الدخل مخنوق راجع النقطة ٥ ب) لزوجة عالية نتيجةلانخفاض درجة حرارة الزيت عن المسموح به . جـ) لزوجة منخفضة نتيجة لارتفاع درجة حرارة الزيت عن المسموح به
	١٣ – رغــــاوى فى الزيت	١٣ ـ انظر النقطة ٦ .
	١٤ – تلف المضخة	١٤ – تآكل داخلى أو انكسار أجزاء داخلية
	١٥ – اهتزاز المواسير	١٥ تثبيت غير جيد
	١٦ – مشكلة فى نظام الإدارة	١٦ أ) عدم استقامة محور المضخة والمحرك ب) محرك كهربى تالف
	١٧ – تذبذب صمام تصريف الضغط	١٧ – تلف الصمام
ارتفاع سخونة الزيت عن الحدود المسموح بها من 50 : 60 C°	١٨ – الضغط الأقصي كبير جداً	١٨ ـ صمام تصريف الضغط معاير عند قيمةكبيرة جداً
	١٩ – سوء استخدام القدرة الهيدروليكية	١٩ أ) محابس التشغيل اليدوى بها مشكلة ب) إعادة الزيت للخزان فى نهاية الدورة لا يتم بالصورة الصحيحة . جـ) الدائرة الهيدروليكية تحتاج لتعديل
	٢٠ – تسريب داخلى كبير	٢٠ـ انظر للنقطة ٣
	٢١ – انخفاض كبير فى الضغط	٢١ـ انظر للنقطة ٤
	٢٢ – كمية الزيت الهيدروليكى غير كافية	٢٢ ـ مستوى الزيت منخفض عن الحد المسموح به .
	٢٣ – التبريد غير كاف .	٢٣ – أ) نظام التبريد يحتاج لصيانة أو تعديل ب) سائل التبريد غير كافٍ جـ) انسداد فتحة التنفيس

العطل	الأسباب المحتملة	مصدرها
	٢٤ – احتكاك زائد	٢٤ أ) تجميع خاطئ للمضخة ب) نقص التزييت فى الأماكن المختلفة جـ) نقص فى الزيت الهيدروليكى د) تلف الزيت الهيدروليكى هـ) حجم غير مناسب للمواسير والأدوات
حركة غير صحيحة لعناصر الفعل فى الدائرة	٢٥ – هواء فى الدائرة ٢٦ – الصمامات مزرجنة ٢٧ – الاسطوانة مزرجنة ٢٨ – انخفاض كبيرفى الضغط ٢٩ – ضغط متغير فى المركم .	٢٥ – انظر النقطة ٦ ٢٦ أ) زرجنة الصمامات عند الغلق بواسطة مطاط أو أشياء أخرى ب) انكسار ياى الصمام جـ) الصمام لا يفتح كاملاً لوجود شوائب فى الزيت أو خلل فيه . ٢٧ أ) توجد مشكلة فى التجميع الداخلى للاسطوانة . ب) اعتراض ميكانيكى جـ) تدفق غير كافٍ انظر النقاط ٥ : ١١ د) مشكلة فى ركائز الاسطوانة ٢٨) انظر النقطة ٤ ٢٩ أ) سعة المركم غير صحيحة ب) الدائرة بها تسرب داخلى
تآكل بمعدل كبير عن المعتاد	٣٠ – يوجد شوائب بالزيت	٣٠ أ) الزيت قديم ب) المرشحات لا تعمل بكفاءة

العطل	الأسباب المحتملة	مصدرها
	٣١ – تزييت غير كاف	٣١ – أ) نوعية الزيت غير جيدة ب) انخفاض لزوجة الزيت عند درجة حرارة التشغيل المعتادة جـ) نقص مستوى الزيت فى الخزان
	٣٢ – ضغط تشغيل عال	٣٢) ضغط تشغيل عالٍ عن المقنن للمضخة والصمامات
	٣٣ – أحمال زائدة	٣٣) زيادة الأحمال على المستخدمين مثل الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية مع ارتفاع ضغط التشغيل للنظام عن المسموح به .

٤/٥ – أجهزة فحص الأنظمة الهيدروليكية :

يوجد نوعان من أجهزة الفحص وهما :

١ – جهاز المسار البديل BY Pass Tester

وهذا الجهاز هو جهاز ميكانيكى لفحص الأنظمة الهيدروليكية ويتكون من عداد لقياس التدفق ، وآخر للضغط ، وآخر لدرجة الحرارة ويحتوى كذلك على صمام يتحكم فى التدفق . وعادة يستخدم هذا الجهاز كمسار بديل عند اختبار الدائرة الهيدروليكية .

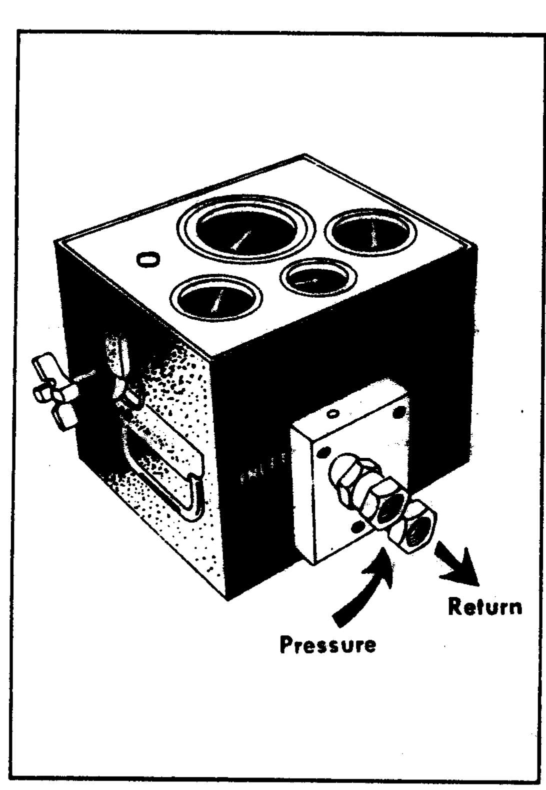
وعند استخدام هذا الجهاز يجب التأكد من أن أقصى ضغط أو أقصى تدفق مسموح للجهاز أكبر من قيم مثيلتهما للنظام المختبر فإذا كان تدفق مضخة النظام أكبر من تدفق الجهاز يمكن استخدام صمام تقسيم تدفق عند مدخل الجهاز يقوم بتقسيم تدفق الدائرة الهيدروليكية فيمرر نصف التدفق فى الجهاز ويسمح للنصف الثانى بالعودة للخزان مباشرة ، وبالتالى تضرب قراءة عداد قياس التدفق ، للجهاز فى 2. وللجهازفتحتان إحداهما توصل مباشرة بأى نقطة فى الدائرة الهيدروليكية ، والثانية توصل مباشرة بالخزان .

وعند استخدام هذا الجهاز يجب فتح صمام التحكم الخاص به ، ويوصل خط الضغط بفتحة Inlet ، ويوصل الخط الراجع للخزان بفتحة Outlet للجهاز .

والشكل (٥ ـ ٣) يعرض صورة لجهاز المسار البديل من صناعة شركة (Owatonna Tool Co) .

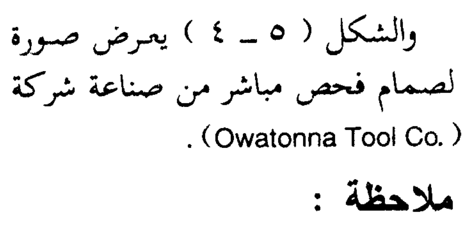
٢ ـ جهاز الفحص المباشر in line Lester :

يوصل هذا الجهاز على التوالى مع الدائرة الهيدروليكية لقياس التدفق والضغط ودرجة الحرارة ، وهو مزود أيضاً بصمام تحكم فى التدفق .



الشكل (٥ ـ ٣)

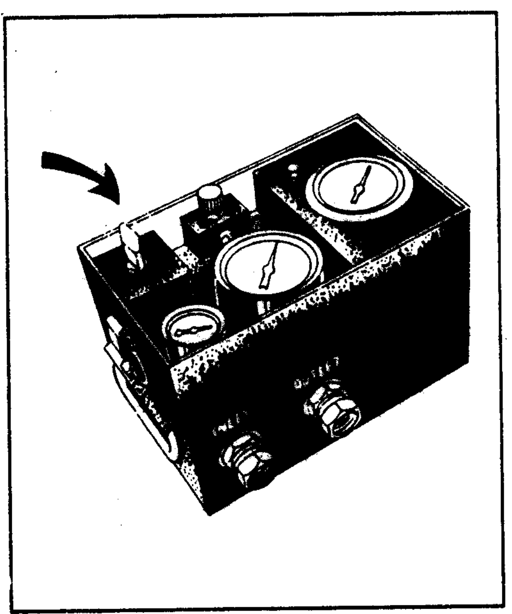
وعادة يفضل هذا الجهاز عن الجهاز السابق فى الاستخدام وذلك لأن استخدامه أسهل ولاتوجد تحذيرات عند استخدامه كما هو الحال فى السابق ، ويراعى عند استخدام هذا الجهاز زيادة الضغط ببطء وذلك بإدارة يد صمام التحكم فى التدفق لمنع حدوث قفزات شديدة فى الضغط ، وعدم السماح للضغط فى الدائرة المختبرة بالارتفاع عن أقصى ضغط للمضخة الهيدروليكية لمنع حدوث انهيار للمضخة الهيدروليكية.



والشكل (٥ ـ ٤) يعرض صورة لصمام فحص مباشر من صناعة شركة . (Owatonna Tool Co.)

ملاحظة :

صمام التحكم في التدفق الموجود في جهاز المسار البديل أو صمام الفحص المباشر هو صمام خانق قابل للمعايرة وبالطبع فإن خنق تدفق السائل الهيدروليكى المار بالجهاز يرفع الضغط والعكس بالعكس .



الشكل (٥ ـ ٤)

٥/٥ - الفحص باستخدام جهاز المسار البديل :

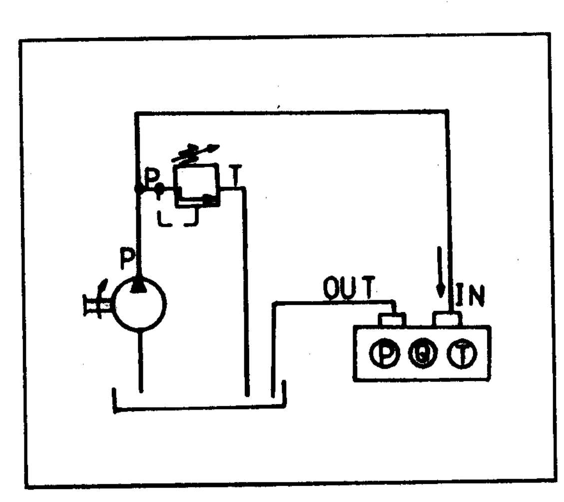
١/٥/٥ ـ فحص صمام التصريف :

فيما يلى الخطوات المتبعة لفحص صمام التصريف :

١ ـ وصل جهاز المسار البديل كما بالشكل (٥ ـ ٥) .

٢ ـ اربط خرطوم الراجع فى الخزان بقوة بواسطة حبل من النيلون .

٣ ـ تأكد من أن صمام التحكم فى التدفق للجهاز مفتوح كاملاً .



الشكل (٥ ـ ٥)

٤ ـ ادر وحدة القدرة الهيدروليكية عند السرعة المقننة تبعاً لتوصيات الشركة المصنعة .

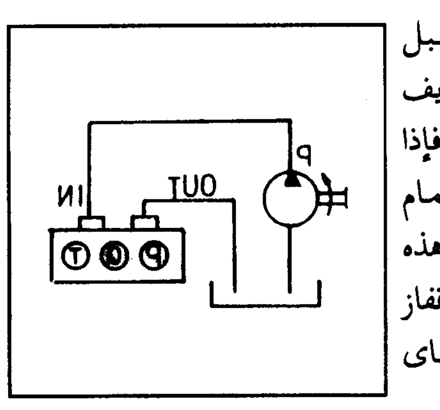
٥ ـ انتظر حتى تصل درجة الحرارة إلى 150 °F (65 °c) .

٦ ـ اغلق صمام التحكم فى التدفق للجهاز تدريجياً حتى يقرأ عداد قياس التدفق ○ فتكون قراءةعداد الضغط هو الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط للوحدة .

٧ ـ عدل الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط للوحدة وصولاً للضغط الموصى به من قبل الشركة المصنعة (ثم اعد الخطوات السابقة مرة أخرى) .

٨ ـ أى رفرفة (تذبذب) فى مؤشرات الأجهزة تعنى وجود تسريب عند مدخل المضخة . عالج هذا التسرب لمنع حدوث تكهف .

٩ ـ يجب أن يكون تدفق المضخة قبل الوصول إلى الحد المعاير عليه صمام تصريف الضغط يساوى تدفق المضخة عند اللاحمل فإذا كان هناك اختلاف كبير دل على أن صمام تصريف الضغط للوحدة به تسريب ، فى هذه الحالة يجب فك الصمام والتأكد من ارتكاز قفاز الصمام فى مقعده ، وعدم وجود كسر لياى الصمام.



الشكل (٥ ـ ٦)

٢/٥/٥ ـ فحص المضخة الهيدروليكية :

وفيما يلى الخطوات المتبعة لفحص المضخة الهيدروليكية .

١ ـ وصل جهاز المسار البديل كما بالشكل (٥ ـ ٦) .

٢ ـ اعد الخطوات من ٢ : ٤ المتبعة فى الاختبار السابق .

٣ ـ سجل قراءة جهاز قياس التدفق عندما تكون الوحدة غير محملة علماً بأن تدفق المضخة المعابة عادة يساوى القيمة المقننة عند اللاحمل .

٤ ـ اغلق ببطء صمام التحكم فى التدفق للجهاز للوصول للضغط المقنن للدائرة مع ثبات سرعة دوران المضخة عند السرعة المقننة .

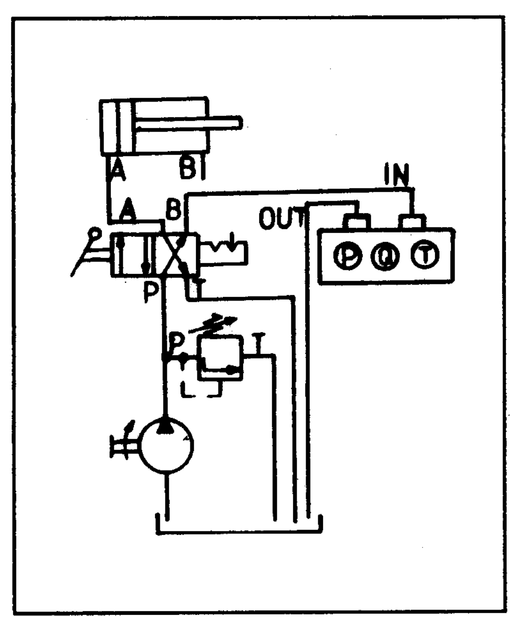
٥ ـ سجل قراءة جهاز التدفق عند الضغط المقنن ويجب أن لا يزيد الانخفاض فى التدفق الحادث عن 25% من قيمة التدفق عند اللاحمل وهذا الاختبار هو الاختبار الأمثل لمدى صلاحية المضخة .

٦ ـ اهتزاز مؤشر جهاز قياس التدفق يدل على وجود تسريب فى خط السحب للمضخة (عالج هذا التسريب لمنع حدوث تكهف) .

٣/٥/٥ ـ فحص الصمام الاتجاهى :

فيما يلى الخطوات المتبعة لفحص الصمام الاتجاهى :

١ ـ وصل جهاز المسار البديل كما بالشكل (٥ ـ ٧) .



الشكل (٥ ـ ٧)

٢ ـ اعد نفس الخطوات من ٢ : ٤ المتبعة فى الاختبار السابق .

٣ ـ تأكد من أن الصمام الاتجاهى يقوم بتوجيه كل التدفق إلى جهاز المسار البديل .

٤ ـ سجل قراءة جهاز التدفق عند اللاحمل ، وهذه القراءة يجب أن تساوى تدفق المضخة المقنن .

٥ ـ اغلق صمام التحكم فى التدفق لجهاز المسار البديل إلى أن تصل لضغط أقل من ضغط صمام التصريف بحوالى 3.5 bar.

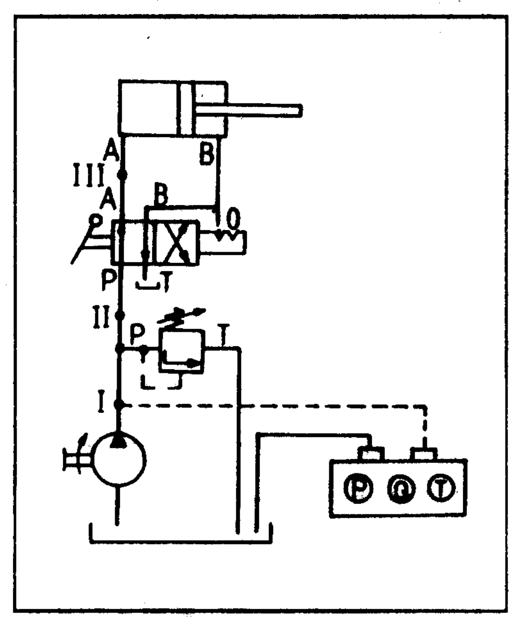
٦ ـ سجل قراءة جهاز التدفق ، وقارن هذه القراءة بالقراءة عند اللاحمل فإذا كان هناك انخفاض يصل إلى 50% أو أكثر دل ذلك على أن الصمام يحتاج

الإصلاح أو استبدال .

٧ ـ ممنوع تغيير وضع صمام التحكم الاتجاهي عندما يكون تحت ضغط كبير.

٤/٥/٥ ـ تمرين عملي :

في الشكل (٥ ـ ٨) دائرة هيدروليكية يجرى عليها فحص للتدفق باستخدام جهاز المسار البديل عند النقاط I , II, III وكانت نتائج هذه الاختبارات مدونة في الجدول (٥ـ٢)



الشكل (٥ ـ ٨)

الجدول (٥ ـ ٢)

الجهاز موصل بـ	التدفق عند اللاحمل	التدفق عند ضغط 95 bar	التدفق عند 100 bar
I	6 L/min	5.2 L/min	0
II	6 L/min	3.5 L/min	0
III	6 L/min	3 L/min	0

شرح الجدول السابق :

١ ـ تقوم المضخة بتسريب 0.5 L/min (2 لتر / **دقيقة**) عند ضغط 100 bar.

٢ ـ يقوم صمام تصريف الضغط بتسريب 2 L/min عند ضغط 9.2 bar .

٣ ـ يقوم الصمام الاتجاهي بتسريب 0.5 L/min عند ضغط 9.2 bar .

٤ـ الفقد الكلى فى الدائرة الهيدروليكية 3 L/min عند ضغط 9.2 bar .

النتائج :

١ ـ كفاءة هذه الدائرة 50%.

٢ـ تستغرق الاسطوانة ضعف الزمن المقنن لعمل شوط واحد.

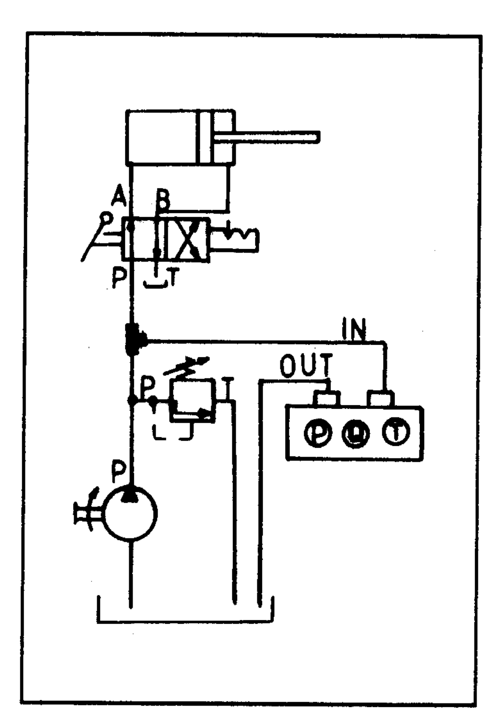
٣ ـ يستبدل صمام التصريف فى الحال .

٤ ـ يستبدل الصمام الاتجاهى فى أقرب فرصة .

٥ ـ المضخة سليمة وتعمل بكفاءة .

٥/٥/٥ ـ فحص الأنظمة الهيدروليكية المزودة بوصلات T :

تزود بعض الأنظمة الهيدروليكية بوصلات سريعة على شكل حرف T فى جميع النقاط التى تحتاج لإجراء فحص عندها ، وفيما يلى خطوات الفحص التى تجرى على وصلة سريعة بجوار صمام التصريف للدائرة الهيدروليكية .



الشكل (٥ ـ ٩)

١ ـ وصل جهاز المسار البديل كما بالشكل (٥ ـ ٩) .

٢ ـ اعد نفس الخطوات ٢ : ٥ المتبعة فى الحالات السابقة .

٣ ـ قم بتشغيل الصمام الاتجاهى يدوياً . واغلق ببطء صمام التحكم فى التدفق لجهاز المسار البديل ، حتى تصل الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب .

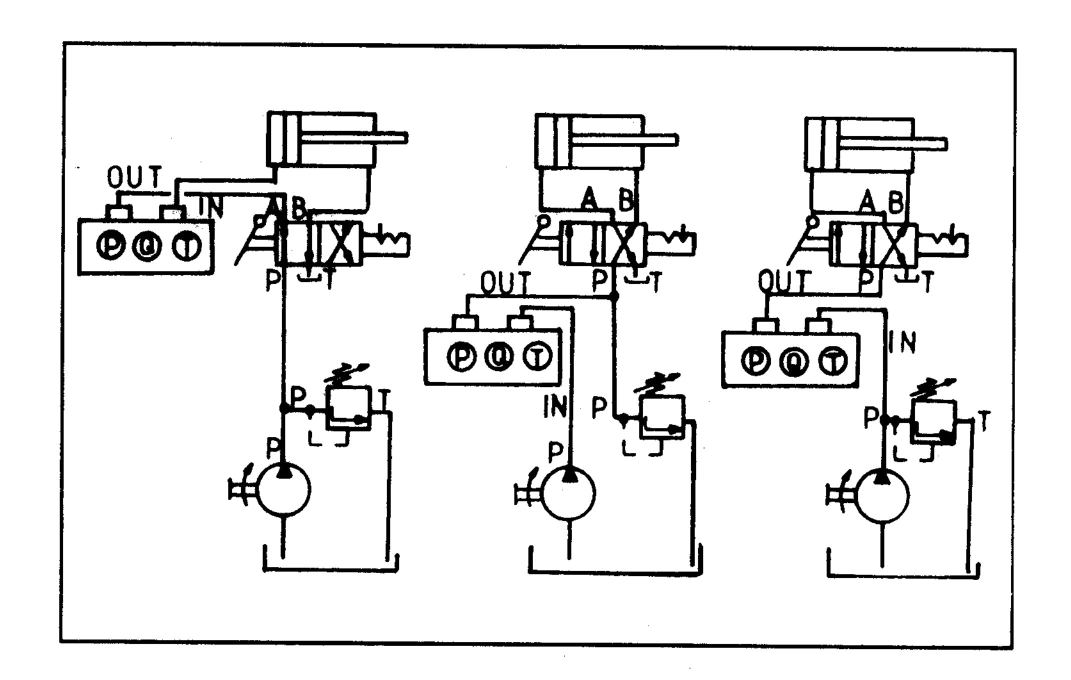
٤ ـ افتح صمام التحكم فى التدفق لجهاز المسار البديل ثم سجل قراءة جهاز التدفق عند اللاحمل ثم اغلق صمام التحكم في التدفق للجهاز بعد ذلك إلى ضغط أقل بقليل من الضغط المعاير عليه صمام تصريف الدائرة الهيدروليكية ، ثم

سجل قراءة جهاز قياس التدفق ثم قارن بين القراءتين ، وفى حالة وجود فرق فإن هذا يعنى أنه من المحتمل وجود مشكلة فى صمام تصريف الضغط للدائرة.

ويعد اختبار T من الاختبارات المعروفة فى الدوائر الهيدروليكية ، والتى تجرى عند إجراء الصيانة الوقائية ، لأنها توفر الوقت والتكاليف ، وبالطبع فإن هذا الاختبار غير قادر على إعطاء معلومات كافية عن المشكلة ، ولكنه قادر على تحديد أى الأعمال التى تبدأ بها عند أول وقفة للنظام خصوصاً إذا كان الوقت المفترض التوقف فيه غير كافٍ لاختبار جميع عناصر الدوائر الهيدروليكية فى المنشأة .

٦/٥ ـ الفحص باستخدام جهاز القياس المباشر :

لاتختلف طريقة فحص الدوائر الهيدروليكية باستخدام جهاز الفحص المباشر عن استخدام جهاز المسار البديل سوى فى طريقة التوصيل فقط والشكل (٥ ـ ١٠) يبين طريقة توصيل جهاز الفحص المباشر لاختبار صمام التصريف (أ) والمضخة (ب) والصمام الاتجاهى (جـ) .



الشكل (٥ ـ ١٠)

الباب السادس

الحسابات الهيدروليكية

الحسابات الهيدروليكية

٦/١ ـ المعاملات الخاصة بالمضخات والمحركات الهيدروليكية :

فى الجدول (٦ ـ ١) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة .

الكمـــــية	الوحدة	الرمز
الإزاحة (الحجم الهندسى)	cc/rev	V
السرعة الدورانية .	rpm	n
ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية .	bar	p
فرق الضغط بين مدخل ومخرج المحرك .	bar	Δp_m
معدل التدفق .	L / min	Q
العزم .	N. m	T
القدرة المعطاة بواسطة المحرك .	KW	wo
القدرة المستهلكة بواسطة المضخة .	Kw	wi
الكفاءة الحجمية .	-	η_v
الكفاءة الميكانيكية .	-	η_m
الكفاءة الكلية .	-	η

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالمضخات :

$$Q = \frac{Vn\,\eta_v}{1000} \quad (L/min) \rightarrow 6.1$$

$$wi = \frac{Q\,P}{600\,\eta_m} \quad (kw) \rightarrow 6.2$$

$$\eta = \eta_v \eta_m \rightarrow 6.3$$

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالمحركات الهيدروليكية :

$$Q = \frac{Vn}{1000\,\eta_v} \quad (L/min) \rightarrow 6.4$$

$$wo = \frac{Q\,\Delta P_m\,\eta}{600} \quad (kw) \rightarrow 6.5$$

$$T = \frac{V\,\Delta p_m\,\eta_m}{62.8} \quad (N.m) \rightarrow 6.6$$

مثال 1 :

وحدة إدارة هيدروستاتيكية تتراوح سرعة محركها ما بين 0: 2000 rpm ، وكان أقصى عزم لمحركها 80 Nm يدور المحرك فى الاتجاهين وضغط التشغيل للمحرك 100 bar .

والمطلوب تعيين إزاحة المحرك وأقصى تدفق للمضخة والقدرة المستهلكة فى المضخة إذا كانت الكفاءة الحجمية للمحرك والمضخة 0.9 ، وكفاءة وصلة المحرك والمضخة 0.95

الإجابة :

يتم حساب إزاحة المحرك باستخدام المعادلة 6.6

$$T = \frac{V\,\Delta P_m \eta}{62.8}$$

بإعتبار أن ضغط الخزان يساوى ٥ لذا فإن =

$$\Delta\ 80 = \frac{V\,(100)\,(0.95)}{62.8}$$

$$P_m = 100 - 0 = 100\ bar$$

$v = 53\ cc / rev$

ويتم حساب أقصى خرج للمضخة بمعرفة أقصي تدفق يحتاجه المحرك باستخدام المعادلة 6.4:

$$Q = \frac{V\,n}{1000\,\eta_v}$$

$$= \frac{(53)(2000)}{(1000)(0.9)} = \underline{118\ L/MIN}$$

ويتم حساب القدرة المستهلكة فى المضخة باستخدام المعادلة 6.2 :

$$W_i = \frac{Q\,p}{600\,\eta}$$

$$= \frac{(118)(100)}{(600)(0.9)(0.95)} = \underline{23\ KW}$$

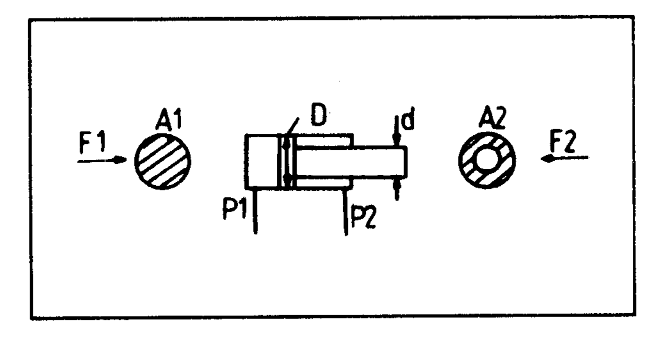
٦/٢ - المعادلات الخاصة بالاسطوانات الهيدروليكية :

فى الجدول (٦ - ٢) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة :

الجدول (٦-٢)

الرمز	الوحدة	الكمية
F_1	N	قوة الدفع فى التقدم (الذهاب) .
F_2	N	قوة الدفع فى (العودة) .
p1	bar	الضغط فى غرفة المكبس .
p2	bar	الضغط فى غرفة عمود المكبس .
A1	cm^2	مساحة المكبس .
A2	cm^2	المساحة الحلقية للمكبس .
D	mm	قطر المكبس .
d	mm	قطر عمود المكبس .
Q	L/min	معدل التدفق .
V1	m/sec	سرعة الاسطوانة فى التقدم .
V2	m/sec	سرعة الاسطوانة فى العودة .

والشكل (٦ -١) يعرض الكميات المختلفة المستخدمة فى الاسطوانات



الشكل (٦ ـ ١)

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالاسطوانات :

$$F1 = 9.8\,(P1\,A1 - P2\,A2) \quad (N) \qquad 6.7$$

$$F2 = 9.8\,(P2\,A2 - P1\,A1) \quad (N) \qquad 6.8$$

$$V\,1 = \frac{Q}{6\,A1} \quad (M/S) \qquad 6.9$$

$$V\,2 = \frac{Q}{6\,A2} \quad (M/S) \qquad 6.10$$

$$A\,1 = \frac{\pi D^2}{400} \quad (CM^2) \qquad 6.11$$

$$A\,2 = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{400} \quad (CM^2) \qquad 6.12$$

مثال ٢ :

اسطوانة لهـا مكبس قطره 100 mm وضـغط التـشغيل لهـا 50 bar إحسب قوة الدفع عنـد التـقـدم واحسب سرعة الاسطوانة عند التقـدم إذا كان معدل التدفق 150L / min.

الإجابة :

يتم حساب القوة عند التقدم باستخدام المعادلة : 6.7

$$F_1 - 9.8\,(p_1 A_1 - p_2 A_2)$$

$$p_2 = 0$$

$$f1 = 9.8 \times 50 \times \frac{\pi\,(100)^2}{400} = 38499.9\ N$$

يتم حساب سرعة الاسطوانة عند التقدم باستخدام المعادلة 6 . 9

$$V_1 = \frac{Q}{6A\,1}$$

$$V_1 = \frac{150}{6 \times \frac{\pi (100)^2}{400}} = 0.32\ M/S$$

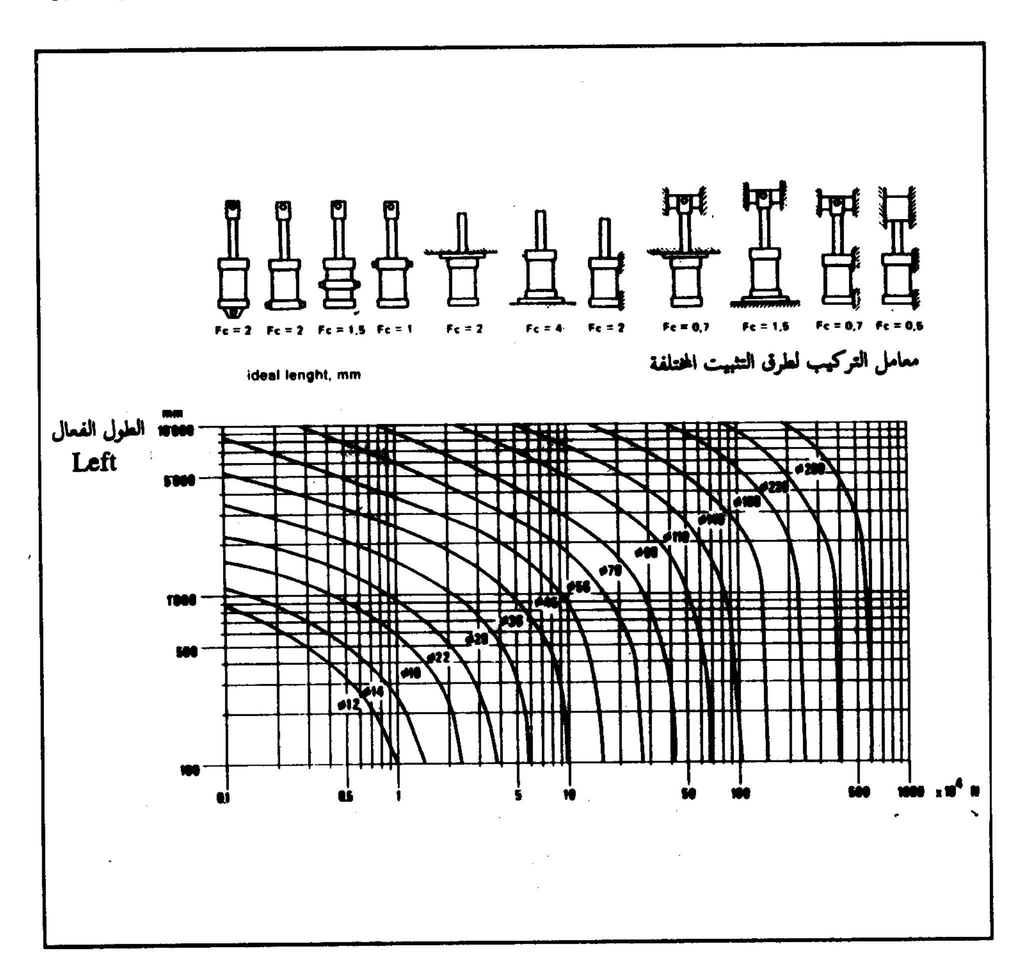
٦/٢/١ - تعيين قطر عمـود الاسطوانة تبعـاً لطوله والحمل الميكانيكى :

لمنع حدوث انحناء لعمود الاسطوانة يجب أن يختار قطر العمود بما يتناسب مع طوله والحمل المؤثر عليه ، وطريقة تثبيت الاسطوانة والشكل (٦ - ٢) يوضح

طرق التثبيت المختلفة للاسطوانات ومعامل التركيب Fc لكل طريقـة ، وفى نفس الشكل علاقة بيانية بين طول العمود الفعال Lef والقوة المؤثرةعليه عند قيم مختلفة لقطر العمود .

مع العلم بأن العـلاقـة بين الطول الفـعـال للعـمـود وطول شـوط الاسطوانة Ls ومعامل التركيب Fc نحصل عليها من المعادلة التالية :

$L_{ef} = L_S \cdot F_C$ (mm) 6. 13



الشكل (٦ ـ ٢)

مثال ٣ :

اسطوانة مثبتة بفلانجة أمامية وكان طول مشوارها 600 mm احسب قطر العمود المناسب إذا علمت أن الحمل المعرض له العمود يساوى 50000 N .

الإجابة :

من الشكل (٦ - ٢) نجد أن معامل التركيب للفلانجة الأمامية يساوى 2 وبالتعويض فى المعادلة 6.13 نحصل على الطول الفعال للعمود :

Lef = Ls . Fc

= 600 X 2 = 1200 mm

ومن العلاقة البيانية الموضحة بالشكل (٦ - ٢) نجد أن نقطة تقاطع الخط الرأسى عند قوة $5X10^4$ N والخط الأفقى عند طول عمود فعال 1200 mm تكون أعلى المنحنى الخاص بالقطر 36 mm Ø وأسفل المنحنى الخاص بالقطر Ø45 mm ولذلك نختار قطر 45 mm Ø للعمود علماً بأن القطر الداخلى للاسطوانة عادة يساوى ضعف قطر العمود أى أن قطر الاسطوانة المناسب يساوى 90 mm .

٦/٣- المعادلات الخاصة بالمراكم الهيدروليكية ذات الكبس الغشائى :

إن مبدأ التشغيل للمراكم الهيدروليكية ذات الكبس الغشائى يعتمد على قانون « بويل » للغازات ، والذى ينص على أن حجم الغاز يتناسب عكسياً مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة أى أن :

$$\frac{p_1}{v_1} = \frac{p_2}{v_2} = \frac{p_3}{v_3}$$

حيث إن :

p 1, p 2 , p3 ثلاثة ضغوط مختلفة و v3 و V2 و V1 ثلاثة أحجام مختلفة لكمية واحدة من الغاز .

وعادة يتم تفريغ المركم من شحنته إما بثبوت درجة الحرارة Isothermal وذلك إذا كان زمن تفريغ المركم أكبر من ثلاث دقائق وتكون معادلة المركم فى هذه الحالة كما يلى :

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 \longrightarrow 6.14$$

و

وإما بثبوت كمية الحرارة Adiabatic ويحدث ذلك إذا كان التفريغ سريعاً فى زمن أقل من ثلاث دقائق وتكون معادلة المركم كما يلى :

$$p_1 v_1^{1.4} = p_2 v_2^{1.4} \longrightarrow 6.15$$

مثال ٤ :

احسب حجم المركم اللازم لتغذية اسطوانة بزيت هيدروليكى حجمه 10L فى زمن مقداره 5min مع انخفاض فى الضغط من 200 bar إلى 130 bar علماً بأن ضغط المركم وهو فارغ يساوى 100 bar (ملاحظة : يستخدم الضغط المطلق عند التعامل مع الغازات) .

الإجابة :

إن عملية تفريغ المركم تتم بثبوت درجة الحرارة لأن زمن التفريغ أكثر من ثلاث دقائق . لذلك تستخدم المعادلة 6.14 لتعيين حجم المركم ، والذى يساوى حجم الكبس الغشائى عندما يكون المركم فارغاً .

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = p_3 v_3$$

حيث إن :

$p_1 = 100$ bar   v1= ?

$p_2 = 130$ bar   v2 = v3 + 10

$p_3 = 200$ bar   v3 = ?

$$p_2 v_2 = p_3 v_3$$

$$130 (v_3 + 10) = 200 v_3$$

$$v_3 = 18.6 L$$

$$v_2 = v_3 + 10$$

$$= 18.6 + 10 = 28.6 \text{ L}$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$100 v_1 = 130 \times 28.6$$

$$v_1 = \underline{37} \text{ L}$$

٦/٤- مفاقيد الضغط نتيجة للاحتكاك فى المواسير المستقيمة:

فى الجدول (٦ - ٣) رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة :

الجدول (٦ ـ ٣)

الكمية	الوحدة	الرمز
الكثافة النوعية	-	sg
كثافة الماء	kg/l	ρw
كثافة الزيت	kg/l	ρo
فقد الضغط فى المواسير المستقيمة	bar	Δp
معامل الإحتكاك فى المواسير فى حالة السريان الدقائقى	-	Fs
معامل الإحتكاك فى المواسير فى حالة السريان المضطرب	-	ft
طول الماسورة	m	l
سرعة التدفق للزيت فى المواسير	m/s	v
قطر الماسورة الداخلى	mm	dp
اللزوجة الكينامتيكية للزيت	cs (mm2/s)	γ
اللزوجة المطلقة للزيت	cp سنتى بواز	μ
معدل التدفق للزيت	l/ min	Q
القدرة المستهلكة نتيجة للاحتكاك	kw	W_F
رقم رينولد	--	NRe

وفيما يلى المعادلات المستخدمة :

$$Sg = \frac{\rho_O}{\rho_W} = \longrightarrow \quad 6.16$$

$$V = \frac{21.21\ Q}{dp^2} \quad (M/S) \quad 6.17$$

$$NRE = \frac{1000\ V\ d_P}{\gamma} \quad 6.18$$

فإذا كان NRe أصغر من 2000 كان السريان رقائقى وإذا كان أكبر من 2000 كان السريان مضطرباً

$$\mu = \nu \, Sg \quad (cp) \longrightarrow 6.19$$

$$Fs = \frac{64}{NRe} \longrightarrow 6.20$$

$$Ft = 4\frac{0.3164}{\sqrt{NRe}} \longrightarrow 6.21$$

$$\Delta p = \frac{5 \text{ fo flu2}}{dp} \quad (bar) \longrightarrow 6.22$$

$$wf = \frac{Q \quad \Delta P}{600} \quad (kw) \longrightarrow 6.23$$

مثال ٥ :

خط هيدروليكى طوله 10 M وقطره 25 mm يتدفق فيه زيت هيدروليكى بمعدل 225 L/ min فإذا علمت أن الكثافة النوعية للزيت 1.2 ولزوجة الزيت الكيناميتيكية 200CS اوجد الفقد فى الضغط نتيجة للاحتكاك .

الاجابة :

باستخدام المعادلة 6.16 نعين كثافة الزيت :

$$Sg = \frac{\rho_o}{\rho_w}$$

$$1.2 = \frac{\rho_o}{1}$$

$$\rho_0 = 1.2 \text{ kg / L}$$

باستخدام المعادلة 6.17 نعين سرعة تدفق الزيت :

$$V = \frac{21.21\ Q}{DP^2}$$

$$= \frac{21.21 X 225}{(25)^2} = 7.6 \ m/S$$

باستخدام المعادلة 6.18 نعين رقم رينولد :

$$NRe = \frac{1000\ V\ dp}{v}$$

$$NRe = \frac{1000 * 7.6 * 25}{200} = = 950$$

وحيث إن NRe أصغر من 2000 لذلك فإن السريان رقائقى وبالتالى فإن معامل الاحتكاك سيعين باستخدام المعادلة 6.20 كما يلى :

$$Fs = \frac{64}{NRe}$$

$$= \frac{46}{950} = 0.067$$

وباستخدام المعادلة 6.22 نعين الفقد فى الضغط نتيجة للاحتكاك :

$$\Delta P = \frac{5\ F\ 0\ F_L V^2}{dp}$$

$$= \frac{5X1.2X0.067\ X10X(7.6)^2}{25} = \frac{9.3\ Bar}{}$$

٦/٥ مفاقيد الضغط فى أدوات التوصيل وصمامات التحكم :

يوجد جداول تعطى المعامل k ويساوى $(\frac{Le}{dp})$ حيث إن Le هو الطول المكافئ لأداة التوصيل أو صمام التحكم من المواسير المستقيمة ، dp هو قطر أداة التوصيل أو الصمام مستخدماً نفس وحدات Le علماً بأن المعامل k يكون فى حالة السريان المضطرب .

والجدول (٦ – ٤) يعطى المعامل k لأنواع مختلفة من أدوات التوصيل والصمامات

الجدول (٦ ـ ٤)

أدوات التوصيل أو الصمامات	(Le / dp) t
صمام كروى بساق عمودى مفتوح كاملاً	340
صمام كروى على شكل Y مفتوح كاملاً	160
صمام زاوى مفتوح كاملاً	145
صمام بوابى مفتوح كاملاً	13
صمام بوابى 3/4 فتح	35
صمام بوابى 1/2 فتح	160
صمام بوابى 1/4 فتح	900
صمام لارجعى دوار مفتوح كاملاً	135
صمام لارجعى كروى مفتوح كاملاً	150
كوع 90° قياسى	30
كوع 45° قياسى	20
كوع 90° بركن مربع	57
تيه قياسى يعطى تدفقاً خطياً	20
تيه قياسى يعطى تدفقاً متفرعاً	60

وفى الجـدول (٦ – ٥) المعـامل k للمنحنيات القائمة للخطوط المستقيمة بمعلومية النسبة بين نصف قطر الانحناء r و قطر الماسورة d.

الجدول (٦ ـ ٥)

r/d	Le/d	r/d	Le/d	r/d	Le/d	r/d	Le/d
1	20	5	16	9	27	13	37
2	12	6	18	10	30	14	39
3	12	7	21	11	32	15	41
4	14	8	24	12	34.5	16	43

ولتعيين $\left(\frac{L_e}{d_p}\right)_s$ فى السريان الرقائقى تستخدم المعادلة التالية :

$$\left(\frac{L_e}{d_p}\right)_s = \left(\frac{L_e}{d_p}\right)_t \left(\frac{N_{Re}}{1000}\right) \rightarrow 6.24$$

وعادة تقوم الشركات المصنعة لصمامات التحكم فى التدفق والصمامات اللارجعية والصمامات اللارجعية الخانقة وصمامات تنظيم التدفق والصمامات الاتجاهية بتزويد كتالوجاتها بعلاقات بيانية تبين معدل التدفق وفرق الضغط على جانبى هذه العناصر وهذه المنحنيات مفيدة لتعيين فقد الضغط فى هذه العناصر نتيجة للاحتكاك .

٦/٦- المعلومات الفنية اللازمة لاختيار العناصر الهيدروليكية :

أولاً : المعلومات الفنية لاختيار المضخة المناسبة :

١ - نوع المضخة (ترسية - ريشية - مكبسية .... الخ)

٢ - الإزاحة displacement بوحدات (cc/rev)

٣ - ضغط التشغيل الأقصى Max . pressure بوحدات (bar)

٤ - السرعة القصوى والصغرى عند ضغط التشغيل بوحدات (r . p . m)

٥ - مقاس فتحات السحب والضغط

٦ - نوع الزيت ومدي درجات الحرارة له ومدى اللزوجة وأقصى درجة تلوث له.

وتزود الكتالوجات بمنحنيات بيانية تعطى قدرة الآلة المديرة بدلالة السرعة وكذلك التدفق بدلالة ضغط التشغيل .

ثانياً : المعلومات الفنية لاختيار صمامات التحكم فى التدفق والصمامات اللارجعية والصمامات للارجعية الخانقة وصمامات تنظيم التدفق والصمامات الاتجاهية :

١ - أقصى تدفق Max . flow بوحدات (L / min)

٢ - أقصى ضغط max . Pressure بوحدات (bar)

٣ - مقاس فتحات الصمام .

٤ - نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت وكذلك مدى اللزوجةله وأقصى درجة تلوث له .

وتزود الكتالوجات بمنحنيات بيانية تعطى فرق الضغط على جانبى الصمام بدلالة معدل التدفق .

ثالثاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تصريف الضغط والصمام التتابعى :

١ – ضغط التشغيل op . pressure بوحدات (bar)

٢ – أقصى تدفق Max . flow بوحدات (L/min)

٣ – مقاس فتحات الصمام

٤ – نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت وكذلك مدى اللزوجة له وأقصى درجات تلوث له .

وتزود الكتالوجات بعلاقات بيانية مفيدة لتعيين ضغط التشغيل للصمام عند أى تدفق بدلالة الضغط المعاير عليه الصمام .

رابعاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تصريف الضغط والصمام التتابعى :

١ – ضغط التشغيل عند المدخل op . pressure بوحدات (bar)

٢ – تدفق Max. fow بوحدات (L/ min).

٣ ـ مقاس فتحات الصمام .

٤ ـ نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت وكذلك مدى اللزوجة له وأقصى درجات تلوث له .

تزود الكتالوجات بعلاقات بيانية مفيدة لتعيين ضغط التشغيل للصمام عند أى تدفق بدلالة الضغط المعاير عليه الصمام .

رابعاً : المعلومات الفنية لاختيار صمام تقليل الضغط :

١ ـ ضغط التشغيل عند الدخل (Op. pressure (Inlet بوحدات (bar) .

٢ ـ ضغط التشغيل عند المخرج (Op. pressure (Outlet بوحدات (bar) .

٣ ـ أقصى تدفق Max. Flow .

٤ ـ نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت ، ومدى اللزوجة له وأقصى درجة تلوث له .

تزود الكتالوجات بعلاقات بيانية مفيدة لتعيين الضغط الثانوى (الضغط عند المخرج عند أى قيمة للتدفق بدلالة الضغط المعاير عليه الصمام .

خامساً : المعلومات الفنية لاختيار وحدات القدرة الهيدروليكية :

١ ـ سعة الخزان Tank Capacity .

٢ ـ قطر خط الضغط وخط الراجع Line Connections .

٣ ـ نوع الزيت ومدى درجات الحرارة لهذا الزيت ومدى اللزوجة له وأقصى درجة تلوث له.

٤ ـ معدل الترشيح Filtration .

٥ ـ جهد المحرك الكهربى المستخدم فى إدارة المضخة Motor Voltage.

٦ ـ نوع المضخة Pump type .

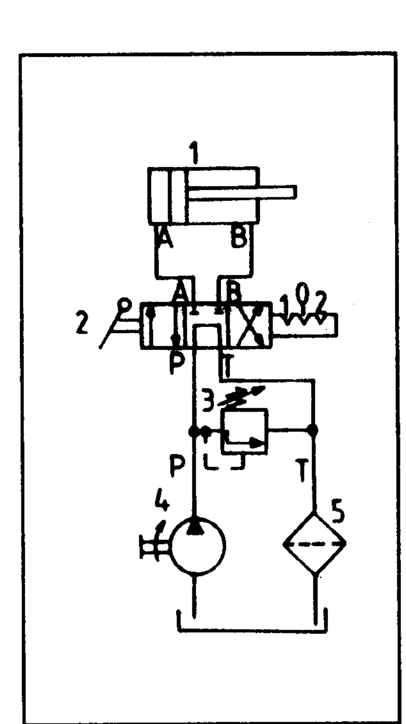
٧ ـ ضغط التشغيل Operating Pressure .

٨ ـ الإزاحة Displacement .

٦/٧ - تطبيق على الحسابات الهيدروليكية لأحد الدوائر الهيدروليكية :

المثال ٦ :

فى الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل (٦ ـ ٣) الاسطوانة 1 مثبتة بمفصل ارتكاز أمامى وطول مشوارها 1000 m m فإذا كان الحمل المعرض له عمود الاسطوانة 20000 N وكان زمن تقدم الاسطوانة 2 S. المطلوب المواصفات الفنية لجميع عناصر الدائرة الهيدروليكية إذا علمت أن الطول الكلى للمواسير المستخدمة 40 m ويوجد ستة أكواع وتيه يعطى تدفقاً متفرعاً وذلك فى خط الضغط للمضخة بفرض أن كثافة الزيت المستخدم تساوى 0.89 Kg/L ولزوجته الكينامتيكية 200 CS .



الشكل (٦ ـ ٣)

الإجابة :

من الشكل(٦ ـ ٢) نجد أن معامل التركيب Fc للمفصل الأمامى يساوى 1، لذلك فإنه بالتعويض فى المعادلة 6.13 نحصل على الطول الفعال لعمود الاسطوانة:

$$Lef = Ls. Fc$$

$$= 1000 \times 1 = 1000 \text{ mm}$$

ومن العلاقة البيانية فى الشكل٦ ـ ٢ نجد أن نقطة تقاطع الخط الرأسى عند قوة 20000 N والخط الأفقى عند طول عمود فعال 1000mm تكون على المنحنى الخاص بقطر عمود 28 mm وعادة فإن قطر الاسطوانة الداخلى يساوى ضعف قطر العمود أى أن قطر الاسطوانة يساوى .

$$D = 2d$$

$$D = 2x28 = 56 \text{ mm}$$

ويمكن معرفة الضغط اللازم لتشغيل الاسطوانة من المعادلة 6. 7:

$$F1 = 9.8 \, (P1A1 - P2A2)$$

$$P2 = 0$$

$$20000 \text{ N} = 9.8 \times p_1 \times \frac{\pi x(5.6)^2}{400}$$

$$P1 = 83 \text{ bar}$$

وباستخدام المعادلة 6.9 نحصل على التدفق اللازم لتشغيل الاسطوانة .

لذلك فإن $Q = 6 \, A1 \, Q1$ $\qquad V1 = \frac{Q}{6A1}$

وحيث إن سرعة الاسطوانة عند التقدم تساوى

$$V_1 = \frac{L}{T} = \frac{1000}{1000 \times 2} = 0.5 \text{ m/s}$$

وبالتالى فإن التدفق اللازم لتشغيل الأسطوانة

$$Q = 6x \, \frac{\pi}{4} \, (5.6)^2 \times 0.5$$

$$= 74 \text{ L/min}$$

وبفرض أن الكفاءة الحجمية للمضخة 0.9 لذلك فإن الحجم الهندسى للمضخة نحصل عليه من المعادلة 6.1

$$Q = \frac{V_n \eta_n}{1000}$$

$$V = \frac{1000\, Q}{N \eta v}$$

وبفرض أن سرعة المحرك الكهربى 1480RPM

$$V = \frac{1000 X 74}{140X0.9} = \underline{57 \quad CC/ rev}$$

وتختار حجم مواسير مدخل المضخة بحيث إن سرعة الزيت عند المدخل تتراوح بين 1:1.s m/s فلو فرضنا أن سرعة الزيت فى خط السحب للمضخة يساوى 1m/s فإن قطر السحب نحصل عليه من المعادلة 6.17

$$V = \frac{21.21\, Q}{d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{21.21\, Q}{V}} \quad d = \sqrt{\frac{21.21 X 74}{1}} = \underline{40 M M}$$

وتختار مواسير خط الضغط للمضخة بحيث إن سرعة الزيت تتراوح بين 4:8 m/s فلو فرضنا أن سرعة الزيت فى خط الضغط 4m/s فإن قطر خط السحب يساوى

$$dp = \sqrt{\frac{21.21 x 74}{4}} = \underline{20 mm}$$

وتختار مواسير خط الراجع بحيث إن سرعة الزيت تتراوح ما بين 1.5 : 4 m/s وبأخذ السرعة 4m/s يصبح قطر مواسير الراجع مساوياً لقطر مواسير الضغط أى: 20mm أيضاً. وعـادة يختـار حجـم الخـزان مساوياً ثلاثة أضعاف تدفق المضخة أى يساوى (222L)

تعيين فقد الضغط فى الدائرة :

العنصـــر	$\left(\frac{Le}{dp}\right) t$
6 كوع قياس 1 تيه يعطى تدفقاً متفرعاً	6 X 30 1 X 60

240

وباستخدام المعادلة 6.18 نعين رقم رينولد

$$NRe = \frac{1000\ v\ dp}{v}$$

$$= \frac{1000 \times 4 \times 20}{200} = 400$$

وحيث إن رقم رينولد أصغر من , 2000 لذلك فإن السريان رقائقى وبإستخدام المعادلة 6.24 نعين $\left(\frac{Le}{dp}\right) s$ عند السريان الرقائقى

$$\left(\frac{Le}{dp}\right) s = \left(\frac{Le}{dp}\right) t \left(\frac{NRe}{1000}\right)$$

$$= 240 \times \frac{400}{1000} \times 96$$

وبالتالى فإن الطول المكافئ للأدوات يساوى :

$Le = 96\ dp$

$$= \frac{96 \times 20}{1000} = 1.92\ m$$

لذلك يصبح الطول الكلى المكافئ للمواسير والأدوات مساوياً :

$1.92 + 40 = 41.2\ m$

وباستخدام المعادلة 6.20 نعين معامل الاحتكاك :

$$F_S = \frac{64}{NRe} = \frac{64}{400} = 0.16$$

وباستخدام المعادلة 6.22 نعين فقد الضغط الناتج عن الاحتكاك :

$$\Delta p = \frac{5fo\ FsLv^2}{d_p}$$

$$= \frac{5 = 0.89 \times 0.16 \times 41.9 \times (4)^2}{20}$$

$= 23.86$ bar

وبإهمال فقد الضغط فى الصمام الإتجاهى فإن الضغط عند مخرج المضخة يساوى

$23.86 + 81 = 105$ bar

لذلك نختار مضخة هيدوليكية لها ضغط تشغيل أكبر من 105 bar وليكن 110 bar وبالتالى فإن المواصفات الفنية للمضخة كالآتى :

57 cc/ rev   110 bar

ونظراً للمميزات المتعددة للمضخات الترسية فإنه يفضل استخدام مضخة ترسية اذا كانت تفى بالغرض . وبالرجوع للمضخات الترسية الفقرة (١ / ٤ / ١) نجد أنها تحقق هذه المواصفات لذلك نختار مضخة ترسية لانها بسيطة في التركيب ورخيصة وتتراوح كفاءة هذه المضخات فى العادة 0.9 : 0.85 وبفرض أن الكفاءة الميكانيكية للوصلة بين المحرك الكهربى والمضخة 0.9 لذلك فإن قدرة المحرك الكهربى نحصل عليها بالمعادلة 6.2.

$$wi = \frac{Q\ p}{6000\ \eta}$$

$$wi = \frac{74 \times 110}{600 \times 0.9 \times 0.9} = 1.67\ k\ w$$

لذلك نختار محركاً كهربياً قدرته أكبر من 16.7 kw ، وليكن 18. 5 kw ، ويختار صمام تصريف ضغط مباشر له معدل تدفقه أكبر من 741/ min وضغطه يتراوح ما بين 130 bar : 0 ، وعادة يضبط صمام التصريف عند ضغط يكافئ 110% من ضغط تشغيل المضخة .

ويختار صمام اتجاهى 4/3 مزود بوضع تعادل تتابعى لإعادة خرج المضخة للخزان وقت الراحة والمواصفات الفنية للصمام الاتجاهى تتشابه مع المواصفات الفنية لصمام التصريف ، أما طريقة تشغيله فتعتمد على التطبيق ، وفى هذه الحالة سنختار صمام 4/3 بذراع تشغيل يدوى .

أما مرشح خط الطرد ، فيختار له معدل تدفق أكبر من مرة ونصف من تدفق المضخة أى أكبر من 110 L/min ، ومعدل ترشيح 20 µ m .

ملاحظة :

عند اختيار العناصر الهيدروليكية من الكتالوجات نختار العناصر ذات المواصفات الفنية المساوية أو الأكبر من المطلوبة ، وذلك من أجل السلامة .

على سبيل المثال عند اختيار المضخة المناسبة نجد أن المواصفات الفنية الموجودة فى كتالوج شركة Mannesmann Rexroth للمضخة الترسية المستخدمة القريبة من المواصفات الفنية المستنتجة كالآتى :

displacement 63.8cc/rev

flow 80 l/min

Pressure 10 : 210 bar

power 21.1 kw at 1450 r. p . m

Mineral oil (Hfd - u)

fluid temp range - 10 : + 70 ^{o}c .

Viscosity Range 20 : 3000 (mm^2 / sec)

ملحق الوحدات المستخدمة

الجدول التالى يعرض الكميات المختلفة ووحداتها المختلفة ومعامل التحويل من الوحدة الأولى إلى الوحدة الثانية :

الكمية	الوحدة الأولى	الرمز	الوحدة الثانية	الرمز	معامل التحويل
Pressure	Bar	bar	Atmosphere	atm	0.9869
Pressure	Bar	bar	Kilogram force/cm^2	Kgf/cm^2	1.0197
Pressure	Bar	bar	Pound force/Sq. inch (PSI)	ibf/in^2	14.5053
Force	Kilogram force	kgf	Newton	N	9.8066
Force	Kilogram force	kgf	Pound force	ibf	2.2045
Weight	Kilogram	kg	Gramme	g	1000
Weight	Kilogram	kg	Pound	lb	2.2045
Viscosity	Centistoke	cSt	Engler degree	°E	*
Temperature	Centigrade	C	Fahrenheit	°F	**
Volume Displacement	Cubic centimetre	cm^3	Litre	L	0.001
Volume Displacement	Cubic centimetre ($10^{-6}m^3$)	cm^3	Cubic inch (ft3/1728)	in^3	0.0610
Length	Centimetre ($10^{-2}m$)	cm	Inch (ft/12)	in	0.3937
Area (Section)	Square centimetre ($10^{-4}m^2$)	cm^2	Square inch (ft^2/144)	in^2	0.1550
Capacity	Litre	l	Gallon, UK	UK gal	0.2199
Capacity	Litre	l	Gallon, US	US gal	0.2641
Angle	Degree	0	Radian	rad	0.0174
Power	Kilowatt	kw	Horse Power	HP	1.36
Momentum (Torque)	Kilogram force metre	kgfm	Newton metre	Nm	9.8066
Momentum (Torque)	Kilogram force metre	kgfm	Pound force inch	Ibf in	86.8745
Angular Speed	Revolution per minute	RPM	Radian per second	rad/sec	0.1047
Flow	Litre per minute	l/min	Gallon (UK) per minute	(UK) GPM	0.2199
Flow	Litre per minute	l/min	Gallon (US) per minute	(US) GPM	0.2641

ملحق – ٢ : الرموز الهيدروليكية

أولاً : – رموز المضخات والمحركات الهيدروليكية :

مضخة لها تدفق ثابت بمخرج واحد .

مضخة لها تدفق ثابت بمخرجين .

مضخة لها تدفق متغير بمخرج واحد .

مضخة لها تدفق متغير بمخرجين .

محرك هيدروليكى يدور فى اتجاه واحد

محرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين .

محرك هيدروليكى متغير التدفق وباتجاه واحد .

محرك هيدروليكى متغير التدفق وباتجاهين .

محرك أو مضخة هيدروليكية بتدفق ثابت .

محرك باتجاه محدد للتدفق أو مضخة باتجاه آخر للتدفق .

محرك أو مضخة هيدروليكية بتدفق ثابت وباتجاهين .

محرك أو مضخة هيدروليكية متغير التدفق وباتجاه واحد

محرك بتدفق متغير فى اتجاه ومضخة بتدفق فى الاتجاه الآخر (بتدفق متغير) .

محرك أو مضخة هيدروليكية بتدفق متغير وباتجاهين .

ثانياً : رموز الصمامات اللارجعية :

صمام لارجعى بدون ياى .

صمام لارجعى بياى .

صمام لارجعى بوصلة تحكم .

صمام لارجعى بوصلة تحكم ومخرج تصريف للفائض.

صمام لارجعى خانق

صمام ترددى (بوابه أو) .

ثالثاً : رموز عامة :

مصدر الضغط .

محرك كهربى .

آلة احتراق داخلى .

عمود الإدارة .

وحدة ربط ميكانيكية .

خط الضغط .

خط الراجع

خط التحكم .

وصلة مرنة

تقاطع خطوط ضغط الزيت بدون توصيل

وصلة تنفيس .

وصلة اختبار ضغط

وصلة سريعة .

وصلة دوارة (خطوط متعددة) . .

خزان زيت بحواجز .

مركم هيدروليكى .

مرشح .

مبرد .

سخان .

مقياس ضغط .

مقياس تدفق .

رابعاً رموز الصمامات الاتجاهية :

رمز صمام بثلاثة مواضع a,o,b

مواضع تبين مسارات التدفق للصمام .

رمز كامل لصمام 4/3 حيث ان عدد فتحات الصمام 4 وعدد مواضع الصمام ثلاثة مواضع .

صمام 2/2 أى بوضعى تشغيل وفتحتين .

صمام 3/2 أى بوضعى تشغيل وثلاث فتحات .

صمام 4/3 أى بثلاثة مواضع تشغيل وأربع فتحات .

صمام 6/3 أى بثلاثة مواضع تشغيل وست فتحات .

خامساً رموز عناصر تشغيل الصمامات الاتجاهية :

ذراع تشغيل يعمل باليد .

ضاغط تشغيل يعمل باليد .

بدال يعمل بالقدم .

خابور تشغيل يعمل بالدفع بكامة متحركة .

بكرة تعمل بالدفع بكامة متحركة .

تشغيل بياى

صمام بثلاثة مواضع يعود للوضع المركزى بفعل يايات

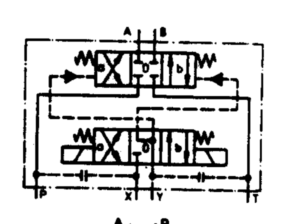
صمام يعمل بملف كهربى ويعود للوضع الأيمن بياى

صمام يعمل بملفين كهربيين ، ويعود للوضع المركزى بياى .

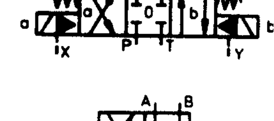
إشارة ضغط هيدروليكية .

إشارة ضغط هوائية .

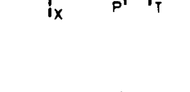
سادساً : رموز الصمامات الكهربية والتناسبية والمؤازرة:



الرمز المفصل لصمام 4/3 يعمل بملفين كهربيين وياى إرجاع بتحكم مسبق .



الرمز المختصر لصمام 4/3 يعمل بملفين كهربيين وياى إرجاع بتحكم مسبق .



صمام اتجاهى 4/2 بملف كهربى وياى إرجاع بتحكم مسبق .



صمام اتجاهى 2/2 مؤازر يعمل ببكره دفع ويستخدم كصمام اتزان للتدفق .



صمام 4/3 تناسبى .

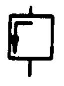


صمام 4/3 مؤازر يعمل بملفين كهربيين ويعود بياى إرجاع .

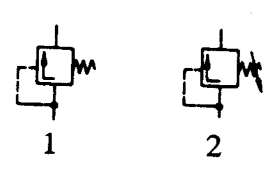
سابعاً : رموز صمامات الضغط :



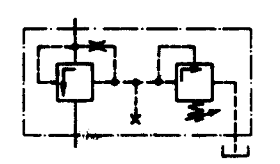
صمام ضغط مفتوح طبيعياً .



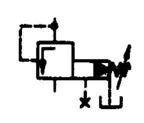
صمام ضغط مغلق طبيعياً .



صمام حد ضغط (تصريف ضغط) مباشر يعمل عند ضغط ثابت (1) ــ يمكن معايرته (2) .



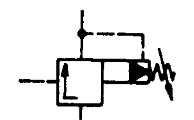
صمام حد ضغط (تصريف ضغط) سابق التحكم بوصلة تحكم خارجية ، ووصلة تصريف خارجية (رمز مفصل) .

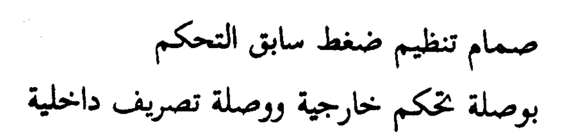


صمام حد ضغط (تصريف ضغط) سابق التحكم بوصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف خارجية (رمز مختصر) .

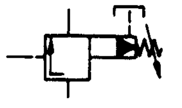


صمام حد ضغط (تصريف ضغط) سابق التحكم وصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف داخلية .

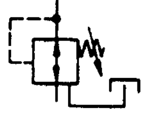




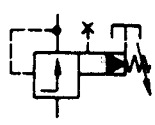
صمام تنظيم ضغط سابق التحكم
بوصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف داخلية



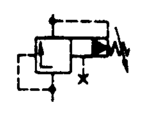
صمام تنظيم ضغط مباشر بوصلة تصريف خارجية .



صمام تتابعي (سابق التحكم) بوصلة تصريف خارجية



صمام تتابعي (سابق التحكم) بوصلة تصريف داخلية

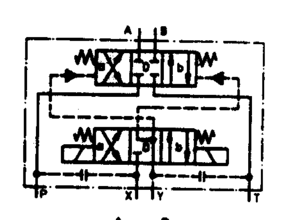


مفتاح ضغط كهربى .

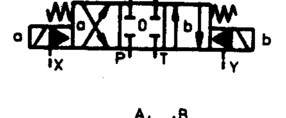
إشارة ضغط هيدروليكية .

إشارة ضغط هوائية .

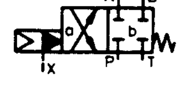
سادساً : رموز الصمامات الكهربية والتناسبية والمؤازرة:



الرمز المفصل لصمام 4/3 يعمل بملفين كهربيين وياى إرجاع بتحكم مسبق .



الرمز المختصر لصمام 4/3 يعمل بملفين كهربيين وياى إرجاع بتحكم مسبق .



صمام اتجاهى 4/2 بملف كهربى وياى إرجاع بتحكم مسبق .



صمام اتجاهى 2/2 مؤازر يعمل ببكره دفع ويستخدم كصمام اتزان للتدفق .

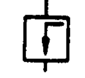


صمام 4/3 تناسبى .



صمام 4/3 مؤازر يعمل بملفين كهربيين ويعود بياى إرجاع .

سابعاً : رموز صمامات الضغط :



صمام ضغط مفتوح طبيعياً .

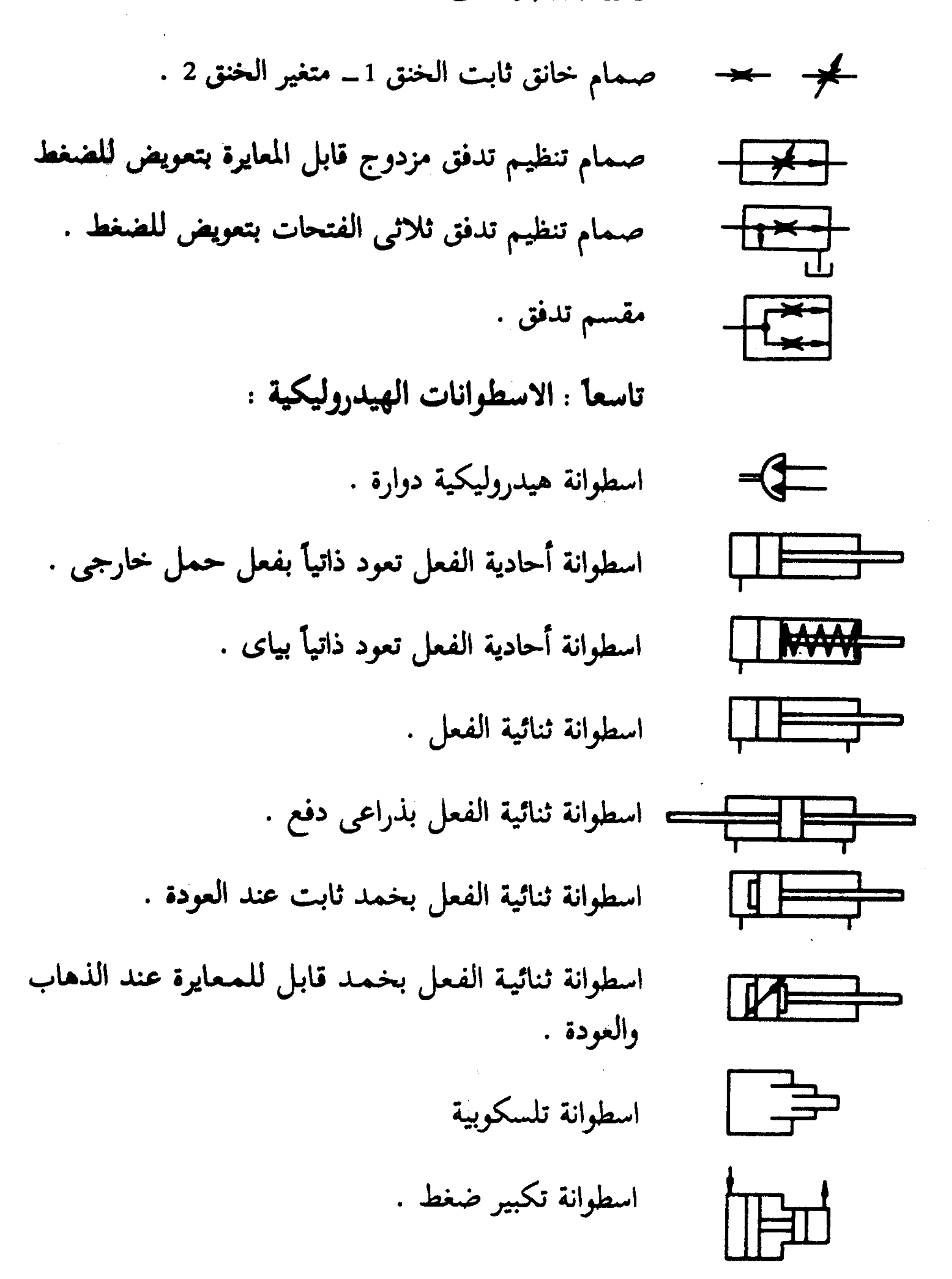


صمام ضغط مغلق طبيعياً .

ملحق – ٣ : أهم المصطلحات الهيدروليكية وتعريفاتها

Absolute Pressure	الضغط المطلق ويساوى الضغط المقاس مضافاً إليه الضغط الجوى .
Absolute temperature	درجة الحرارة المطلقة وتساوى درجة الحرارة المقاسة منسوبة إلي الصفر المطلق والذى يساوى $273^{\circ}k$ ـ .
Accumulator	المركم وهو وعاء يخزن فيه الزيت المضغوط لوقت الحاجة .
Actuator	عنصر الفعل وهو جهاز يقوم بتحويل طاقة الضغط لطاقةحركة مثل الاسطوانات الهيدروليكية.
Additive	مركب كيمائى يضاف على السوائل الهيدروليكية للتحسين من خواصها .
Air bleeder	جهاز يستخدم لاستنزاف الهواء الموجود فى النظام الهيدروليكى وهو يمكن أن يكون صماماً بإبرة أو أنبوبة شعرية أو قابس استنزاف
Ambient	الوسط المحيط مثل الهواء الجوى .
Automatic Control	تحكم ذاتى (أتوماتيكى)
Back Pressure	هو الضغط المعاكس للضغط الرئيسى الذى يعمل على تدفق السائل الهيدروليكى .
Barometer	جهاز قياس الضغط الجوى .
Bernoullis principle	مبدأ « برنولى » وينص على أنه عند مرور تدفق السوائل فى الأنابيب بمنطقة خنق تزداد السرعة ويقل الضغط .

ثامناً : الصمامات الخانقة :



صمام خانق ثابت الخنق 1 ـ متغير الخنق 2 .

صمام تنظيم تدفق مزدوج قابل المعايرة بتعويض للضغط

صمام تنظيم تدفق ثلاثى الفتحات بتعويض للضغط .

مقسم تدفق .

تاسعاً : الاسطوانات الهيدروليكية :

اسطوانة هيدروليكية دوارة .

اسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل حمل خارجي .

اسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بياى .

اسطوانة ثنائية الفعل .

اسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع .

اسطوانة ثنائية الفعل بخمد ثابت عند العودة .

اسطوانة ثنائية الفعل بخمد قابل للمعايرة عند الذهاب والعودة .

اسطوانة تلسكوبية

اسطوانة تكبير ضغط .

Fahrenheit	تدريج مقياس درجة الحرارة باعتبار ان نقطة تجمد الماء 32 ونقطة غليان الماء 212 مقسم إلى 180 قسماً متساوياً كل قسم يسمى درجة .
Feedback	التغذية المرتدة وهى نقل الطاقة من مخرج الجهاز لمدخله .
Filter	مرشح يقوم بتنقية الزيت المضغوط من الشوائب
Fixed Displacement	وتطلق على المضخة أو المحرك الذى له حجم ثابت للسائل الهيدروليكى فى كل لفة .
Flash Point	درجة حرارة الوميض وهى درجة الحرارةالتى يتحول عندها الزيت الهيدروليكى لبخار يشتعل بمجرد حدوث أى شرر .
Flow Control Valve	صمام يتحكم فى معدل تدفق الزيت المضغوط
Flow Divider	مقسم تدفق
Flow Meter	جهاز قياس معدل تدفق الزيت المضغوط
Fluid	مائع وهو سائل أو غاز .
Fluid Power	القدرة المنقولة بواسطة الموائع .
Force	القوة وتقوم بتغيير حالة الأجسام من السكون للحركة:
Free Flow	تدفق بدون أى معوقات وذلك بإهمال المؤثرات الخارجيةمثل الاحتكاك .
Friction	وهو احتكاك جسم بآخر على سبيل المثال احتكاك السائل الهيدروليكى عند مروره داخل المواسير بالجدران الداخليه لها .
Friction Pressure Drop	هو مقدار النقص فى ضغط السائل الهيدروليكى المتدفق فى الأنابيب نتيجة للاحتكاك .

Calibrate	ضبط أي جهاز قياس للحصول على قراءة صحيحة للكمية المقاسة
entigrade	تدريج درجة الحرارة باعتبار أن نقطة تجمد الماء صفر ونقطةغليان الماء 100 وهذا التدريج مقسم إلى 100 قسم كل قسم يسمى درجة .
Check Valve	صمام لارجعى يسمح بمرور تدفق الزيت المضغوط فى اتجاه واحد فقط .
Chemical Chanage	تغير كيميائى أى تغير التركيب البنائى ، وعادة يقال ذلك عند حدوث تغير فى خواص الزيوت الهيدروليكية عند ارتفاع درجة حرارتها .
Contamination	أجسام غريبة (شوائب) توجد فى الزيوت الهيدروليكية عند تلفها أو ارتفاع درجةحرارتها
Corrosion	التآكل البطىء للمواد نتيجة عوامل كيميائية
Counter balance Valve	صمام معاكسة الوزن ويستخدم لمنع التقدم والتراجع الجبرى للاسطوانات وكذلك منع ارتعاش الاسطوانات عند تنظيم تدفق الزيت الداخل لها
Density	.الكثافة وهى الوزن لوحدة الحجوم
Directional Control Valve	صمام تحكم اتجاهى يستخدم فى التحكم فى اتجاه تدفق الزيت المضغوط .
Displa Coment	حجم السائل الهيدروليكى الذى يمر خلال مضخة أو محرك .
Double acting cylinder	اسطوانة ثنائية الفعل تعطى قوة دفع فى شوطيها (شوط الذهاب - شوط العودة)
Efficiency	الكفاءة وهى النسبة بين القدرة الخارجة والقدرة الداخلة كنسبة مئوية .

Packing	نوع من موانع التسريب يمنع التسريب بين جسمين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر .
Passage Hydraulic	مسار الزيت المضغوط داخل العناصر الهيدروليكية .
Pilot Valve	صمام إشارة يتحكم فى صمام آخر رئيسى
Pilot Operated Relief Valve	صمام تصريف ضغط سابق التحكم
Pilot Operated preddure reduci-nyg valve	صمام تنظيم ضغط سابق التحكم
Pilot Operated Sequence valve	صمام تتابعى سابق التحكم .
Piston type cyllinder	اسطوانة عمود مكبسها له مساحة مقطع أقل من نصف مساحة مقطع المكبس .
Port	فتحة دخول أو خروج الزيت المضغوط فى العناصر الهيدروليكية.
Poppet Valve	صمام نطاط (قفاز)
Power	القدرة
Pressure	الضغط
Pressure Differential	فرق الضغط بين نقطتين فى الدائرة الهيدروليكية
Pressure Seals	وسائل منع التسريب عند زيادة الضغط
Pressure Regulating Valve	صمام تنظيم الضغط للتحكم فى ضغط الدائرة
Push Button	ضاغط تشغيل يعمل باليد عند الضغط عليه

Gage Pressure	الضغط المقاس منسوباً للضغط الجوى
Gasket	أحد أنواع موانع التسريب وتسمى بجوان ويوضع بين الأجسام الثابتة
Heater	سخان
Horsepower	وحدة قياس القدرة ، وتسمى حصاناً ميكانيكياً.
Hydraulic	الهيدروليكا وهو علم يدرس – تأثير القوى على الموائع وكذلك تدفق الموائع .
Inhibitor	أى مادة تمنع التفاعلات الكيميائية للسوائل الهيدروليكية مع الأجسام الملامسة لها والتى تسبب تآكل وأكسدة .
Kelvin Scale	تدريج كلفن باعتبار أن نقطة تجمد الماء تساوى 273 ونقطة غليان الماء تساى 373 وكل قسم يسمى درجة
Kinetic energy	طاقة الحركة
Lamina	طبقة من المائع
Limina Flow	تدفق رقائقى
Line	أنبوبة أو ماسورة أو خرطوم مرن يستخدم لنقل السائل الهيدروليكى .
Lever Operated	التشغيل بذراع يدوى .
Manual Control	تحكم يدوى
Mass Production	طريقة الإنتاج لعدد معين من شغلات متماثلة فى فترة زمنية محددة .
Meter - in	تنظيم تدفق الزيت الداخل لعناصر الفعل .
Meter - out	تنظيم تدفق الزيت الخارج من عناصر الفعل .

Stream Line Flow .	تدفق رقائقى له شكل ثابت .
Stuffing box	غـرفـة ضـبط مـوانع التـسـريب للعناصـر الهيدروليكية .
Supply Line .	خط تغـذية الزيت الهـيـدروليكى من الخـزان للمضخة .
Surge .	ارتفاع عابر للضغط .
Synchronize .	تزامن على سبيل المثال حدوث تزامن للاسطوانات أى يعملان فى نفس اللحظة . ويتحركان بنفس السرعة .
Synthetic material .	مركبات كيميائية صناعية.
Throttle Valve .	صمام خانق .
Throttle check valve .	صمام خانق لارجعى .
Turbulence .	حالة التدفق المضطرب.
Variable displacement .	نوع المضـخة أو المحرك حيث يمكن تغـيير حجم السـائل الهـيـدروليكى لهـمـا فى كل دورة السرعة .
Velocity .	اللزوجة وهى المقاومة الداخلية للموائع
Viscosity .	والتى تحاول منعها من التدفق .

Primemover	مصدر القدرة الميكانيكية المستخدم لإدارة المضخة .
Proportional Valve	صمام تناسبى
Pump	مضخة
Quick coupling	وصلة سريعة لربط خراطيم الزيت المضغوط المرنه مع الأدوات المختلفة فى لحظات .
Ram Type Cylinder	اسطوانة لها عمود مكبس مساحةمقطعة أكبر من نصف مساحة مقطع المكبس .
Relief Valve	صمام تصريف الضغط الزائد فى الدائرة الهيدروليكية
Reservoir	خزان الزيت الهيدروليكى فى الدائرة الهيدروليكية
Restrictor	صمام خانق يقوم بتقليل معدل التدفق
Return Line	خط الراجع للخزان
Sequence Valve	صمام تتابعى يسمح بمرور الزيت المضغوط عند وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام .
Servo Valve	صمام مؤازر
Shuttle Valve	صمام ترددى وهو يكافئ بوابة أو المنطقية
Shut off Valve .	محبس يدوى للفتح والغلق .
Single actig cylinder .	اسطوانة أحادية الفعل تعطى قوة دفع فى شوط الذهاب فقط .
Solenoid Operation .	التشغيل بملف كهربى .
spool .	العنصر المنزلق فى الصمامات الاتجاهية المنزلقة.

9 - Mannesmann Rexroth Co. Hydraulic Components Catalogue. Publisher : Mannesmann Rexroth. Gmbh . 1991 .

10 - Stewart Harry L . Hydraulic and pneumatic power for production . New York : Industrial press .

11 _ Hydraulic and pneumatics magazine .

12 - Frank Yeaple, Fluid power design Hand book .
New York : Marcel Dekker , Inc . 1970 .

13 - John Pippenger, Tyler Hicks . Industrial .
Hydraulics . New York: Mc Graw - Hill book Co .1979 .

14 - Dudley A. Pease, John J. Pippenger.
Basic fluid power . Prentice Hall , Inc. 1987 .

15 - Ronaid E. Glenn, James E. Blinne,.
Mobile hydraulic testing . American technical society . 1970 .

16 - Donald G. Newton,
Fluid power for technicians . 1971 .

17 - Jon Oster,
Basic applied fluid power : Hydraulics.
New York : Mc Graw - Hill Book Company . 1969 .